

دكتور
محمد ميسرة الجندى
استاذ بجامعة القاهرة

تَكْنُولُوجِيَا الْأَلْبَانِ

وعمليات تصنيع الأغذية

توزيع
دار المعارف



دكتور
محمد مصطفى الزجندى
أستاذ بجامعة القاهرة

تَكُونُ لَوْحِيًّا الْأَلْبَانِ

وعمليات تصنيع الأغذية

توزيع

دار المعارف

جميع الحقوق محفوظة للمؤلف

مقدمة

للبن مكانة خاصة في تغذية الإنسان في كافة الدول ، ويرجع ذلك، إلى غنى اللبن في الكالسيوم والريبوفلافين ، كما أنه يحتوي على جميع الأحماض الأمينية اللازمة لنمو الجسم وبقائه . لكنه ينصح بعدم الاعتماد على اللبن وحده في التغذية نظراً لخلوه من بعض المغذيات الضرورية للجسم ، ولذلك يراعى تغذية الرضع بعد فترة من الولادة على بعض المواد الغذائية الأخرى بجانب اللبن . وأشهر أنواع اللبن استخداماً في تغذية الإنسان هو اللبن البقري .

يكون اللبن سائلاً على درجة الحرارة العادية برغم احتوائه على نسبة من المواد الصلبة الكلية تفوق ما يوجد في بعض الأطعمة الصلبة القوام ، فاللبن به ١٣ في المائة جوامد لبنية بينما الكرب به ٨ في المائة والشليك ١٠ في المائة . ويتفاوت التركيب الكيميائي للبن تبعاً لسلالة الماشية وطبيعة أغذيتها وموسم الحليب .

فاللبن البقري يحتوي على النسب المثوية التالية : ٨٧,٤ ماء ، ٣,٥ بروتين ٣,٥ دهن ، ٤,٩ كربوهيدرات . (لكنوز) ، ٠,٧ رماد . (تبين الجدول التالية تركيب بعض المنتجات البنية .

يمتاز اللبن بكونه مقبلاً على نطاق واسع بين الأفراد ، وإمكان إعدادة وتقديمه في صور متنوعة عديدة . لذلك يجب أن يتناول كل فرد قدرًا من منتجات الألبان يوازي كوبين من اللبن يومياً ، ويزداد هذا القدر إلى ثلاث أو أربع كوابات للأطفال والسيدات الحوامل وإلى ست كوابات للمرضعات .

وبروتينات اللبن من البروتينات الجيدة ذات القيمة الحيوية المرتفعة التي لا يفوقها سوى بروتين البيض . وبروتين اللبن البقرى ثلاثة أرباعه كازين والربع لآكتالبومين . وتمشى نسب الأحماض الأمينية في بروتين اللبن مع ما تحتاجه أنسجة الجسم . ويفيد اللبن في مد الجسم بالليسين والتريوتوفان اللذين تفتقر فيهما منتجات الحبوب الغذائية ، ولهذا فالقيمة الحيوية لبروتينات دقيق القمح المقدرة بخمسين في المائة ترتفع إلى ٧٥ في المائة عند استعمال اللبن مع الدقيق .

ودهن اللبن سهل الهضم لأنه في صورة مستحلب فعلا ، ويزداد الاستحلاب في حالة تجنيس اللبن . ويتميز دهن اللبن باحتوائه على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية ذات السلسلة القصيرة .

وسكر الككوز في اللبن ذو مزايا خاصة في التغذية نظراً لانخفاض درجة حلاوته وقلة ذوبانه وارتفاع درجة ثباته مقارنة بالسكريات الأخرى ، ويشجع الككوز نمو البكتريا المنتجة للأحماض . وهذا من شأنه المساعدة على تقليل حدوث التشنج في الأمعاء . وقد ثبت أن الككوز يساعد على إمتصاص كل من الكالسيوم والفسفور .

وبالرغم من انخفاض نسبة النياسين في اللبن فالمعروف أن اللبن من أهم الأغذية الواقية من مرض البلاجرا ، ويعزى ذلك إلى وجود التريوتوفان الذي منه يتكون النياسين .

ويحتوى اللبن على قدر مناسب من فيتامين ١ والنيامين ، لكنه لا يعتبر غذاء كاملاً نموذجياً بجمده لانخفاض نسبة الحديد والنحاس والنتجين وحامض الأسكوربيك به .

يتجمع اللبن داخل المعدة بتأثير إنزيم الرنين *Renmin* وبذلك تتكون خثرة *Curds* منفصلة عن الشرش *Whey*. وهذه الخثرة تتكون من الكازين والدهن والفيتامينات القابلة للذوبان في الدهن وبعض العناصر المعدنية. أما الشرش فيتكون من ماء ولاكتالبومين ولاكتوجلوبولين ولاكتوز وبعض العناصر المعدنية وفيتامينات مجموعة ب. وكلما زادت نعومة الخثرة كلما زادت سرعة الهضم والامتصاص. فاللبن المركز أو المخمر بيكتريا حامض اللبكتيك أو الستريك أو المخلط يعطى خثرة أكثر نعومة وليونة من اللبن الخام. وجميع بروتينات اللبن تهضم جزئياً داخل المعدة.

وتتم عملية هضم اللبن في الأمعاء الدقيقة حيث تتكون أحماض أمينية من البروتينات، وجلوكوز وجلكتوز من اللاكتوز. وتتم عملية هضم الدهن في الأمعاء الدقيقة بفعل إنزيم الليباز بالرغم من كونها بدأت في المعدة. وعموماً فاللبن سهل الهضم ومكوناته سريعة الامتصاص والتشيل داخل الجسم.

بعض الأفراد لا يتقبلون اللبن بشبهة، ويعمل ذلك لعدم فهم لبعض صفات اللبن من وجهاً اللون والطعم أو الرائحة. وينصح بمعالجة مثل هذه الحالة عند ظهورها حتى لا يحرم الشخص من هذا الغذاء القيم.

في الرضاعة الصناعية *artificial feeding* يتبع مسلكان عادة، يعرف أحدهما باسم النموذج التقليدي *traditional paiera* والثاني باسم نموذج اللبن المؤنس *humanized milk paiera* فالنموذج العادي أو التقليدي عرفه الإنسان قديماً، وبنى على أساس تخفيف لبن البقر بالماء مع تعويض النقص في السكريات الناتجة عن هذا التخفيف بإضافة السكر. وكان المهدف من التخفيف هو تقليل أو تحاشي عدم هضم الخثرة. وهذا التخفيف يخفض

نسبتي الكالسيوم والفوسفور مما يجعل اللبن الخفيف أقل من لبن البقر الكامل غير الخفيف في تأثيره على قبض الأمعاء (إمساك) Constipation . ولم يتعرض على إنخفاض نسبة الدهن الذي يترتب على التخفيف . وفي نموذج اللبن المؤنس يخفف اللبن البقرى بدرجة أكبر منها في النموذج السابق لتقليل نسبتي البروتين والعناصر المعدنية مع تعويض السرعات الحرارية بالدهن والكربوهيدرات ، مع استبدال دهن الزبد الأصلي بمخلوط دهني يمتاز بغناه بالأحماض الدهنية الحرة . فزاياد اللبن المؤنس تملخص في خفض نسب البروتين والعناصر المعدنية إلى حد يقرب من النسب الموجودة في لبن المرأة بقدر الإمكان .

وقد ثبت حديثاً أن بروتين ثدي المرأة وبروتين اللبن البقرى يتأثران في قيمتهما الحيوية Biologicalvalue تقريباً ، لأن اللبن البقرى المستخدم حالياً في تغذية الأطفال الرضع هو اللبن المعامل بالحرارة والذي أصبح جزء من بروتيناته في الحثرة المتناسكة نوعاً tough curd ليس من السهل امتصاصه في الجسم مما أدى إلى خفض القيمة الحيوية لهذا البروتين . ولهذا تبدد الاعتقاد القديم بأن بروتين لبن المرأة قيمته الحيوية أعلى من نظيرتها لبروتين اللبن البقرى مما استلزم في الأزمان السابقة تدعيم اللبن البقرى المؤنس بمزيد من البروتين لرفع القيمة الحيوية .

والجدول التالي يوضح مكونات اللبن :

السكن	لبن بقرى ١٠٠	لبن بقرى ٢٥	لبن بقرى ٥٠	لبن بقرى ٧٥	لبن بقرى ١٠٠
لبن بقرى مخفف ومضاف إليه كربوهيدرات	١٥	٣٥	٥٠	٧٥	١٠٣
لبن بقرى مؤنس	١٠	٤٣	٤٧	٥٥	١٠٨
لبن ثدي المرأة	٨	٥٠	٤٢	٣٣	١٠٣

المنتجات اللبنية	الوحدة	الثالثة بالسراة	بروتين بالجرام	كالسيوم بالجرام	فيتامينات			كمية الغذاء المحضرة مل كالسيوم يوازي ما يوجد في كوب لبن بالجرام
					أ	ب	ج	
لبن طازج	١ كوب ٢٤٤ جم	١٦٦	٨,٥	٢٨٨	٣٩٠	٠,٠٩	٠,٤٢	١ كوب ٢٤٤ جم
لبن فرز	١ كوب ٢٤٦ جم	٨٧	٨,٦	٣٠٣	١٠	٠,٠٩	٠,٤٤	١ كوب ٢٣٤ جم
لبن مبخر	١/٢ كوب ١٢٦ جم	١٧٣	٨,٨	٣٠٦	٥٠٥	٠,٠٦	٠,٤٥	١/٢ كوب ١١٨ جم
جوامد غير دهنية	٣ ملعقة كبيرة ٢٣ جم	٨٤	٨,١	٢٩٤	آثار	٠,٠٩	٠,٤٥	٣ ملعقة كبيرة ٢٣ جم
قشلة خفيفة	١ أوقية ٣٠ جم	٦٠	٠,٨	٣٠	٢٤٠	آثار	٠,٠٤	١/٢ كوب ٣٠٠ جم
جيلاتني	١/٢ كوب ١٠٠ جم	٢٠٧	٤,٠	١٢٣	٥٢٠	٠,٠٤	٠,١٩	١/٢ كوب ٢٣٤ جم
جبن شلو	١ أوقية ٣٠ جم	١١٩	٧,٥	٢١٨	٤٢٠	٠,٠١	٠,١٣	٣ ملعقة كبيرة ٢٣ جم
جبن بيضاء	١/٢ كوب ١٠٠ جم	٩٥	١٩,٥	٩٦	٢٠	٠,٠٢	٠,٣١	١/٢ كوب ٣٠٠ جم

تركيب اللبن ومشتقاته

النوع	ماء	دهن	بروتين	كربو- هيدرات	رماد
لبن كامل سائل	٨٧,٤	٣,٥	٣,٥	٤,٩	٠,٧
لبن فرز سائل	٩٠,٥	٠,١	٣,٦	٥,١	٠,٧
قشلة ٢٠٪ دهن	٧٢,٥	٢٠,٠	٢,٩	٤,٠	٠,٦
قشلة ٣٠٪ دهن	٦٣,٥	٣٠,٠	٢,٥	٣,٦	٠,٥
قشلة ٤٠٪ دهن	٥٤,٣	٤٠,٠	٢,١	٣,١	٠,٥
قشلة سميكة ٨٠٪ دهن	١٨,١	٨٠,٠	٠,٧	١,٠	٠,٢
butter oil	٠,١	٩٩,٩	—	—	—
زبد (غير ملح)	١٧,٥	٨١,٠	٠,٦	٠,٤	٠,٥
زبد ملح	١٥,٥	٨١,٠	٠,٦	٠,٤	٢,٥
مخض اللبن butter milk	٩٠,٥	٠,١	٣,٥	٥,١	٠,٨
جبن شدر	٣٧,٠	٣٢,٢	٢٥,٠	٢,١	٣,٧
شرش الجبن	٩٣,٢	٠,٣	٠,٩	٥,١	٠,٥
جبن أمريكي مطبوخ	٤٠,٠	٢٩,٩	٢٣,٢	٢,٠	٤,٩
جوامد لبن كامل جافة	٢,٠	٢٧,٥	٢٦,٤	٣٨,٢	٥,٩
جوامد لبن غير دهنية MSNF	٣,٥	١,٠	٣٥,٦	٥٢,٠	٧,٩
جوامد لبن خض جافة	٣,٥	٥,٠	٣٤,٧	٤٩,٠	٧,٨
جوامد لبن خض مرتفع الحموضة (٥٪ حمض)	٤,٠	٥,٠	٣٤,٥	٤٣,٧	٧,٨
لكتيك (شرش مجفف عادي)	٦,٢	١,٢	١٢,٥	٧٢,٤	٧,٧
لبن كامل مكثف (سادة) plain	٧٠,٠	٨,٥	٧,٨	١١,٩	١,٨
لبن فرز مكثف (ساده)	٧٠,٠	٠,٢	١١,١	١٦,٢	٢,٥
شرش مكثف (سادة)	٣٢,٠	٠,٦	١٠,١	٥١,٣	٦,٠

الناتج	ماء	دهن	بروتين كريبو -	وماد	ميلرات
لبن ميخر	٧٣,٧	٧,٩	٧,٠	٩,٩	٩,٥
لبن كامل مكثف على					
(٤٧,٠% سكروز)	٧٧,٩	٨,٦	٧,٧	١٢,٢	١,٦
لبن فرز مكثف على					
(٤٢% سكروز)	٢٨,٠	٠,٢	١١,١	١٦,٢	٢,٥
شرش مكثف على					
(٣٨% سكروز)	٢٤,٠	٠,٣	٥,٦	٢٨,٧	٣,٤
لبن بالمولت	٢,٦	٨,٣	١٤,٧	٧٠,٨	٣,٦
لكتوز	٠,١٥	—	—	٩٩,٨٥	—
كازينات صوديوم	٣,٥	١,٥	٩٠,٠	١,٠	٣,٥
شرش حمضي مجفف	١,٥	٠,٥	١٢,٥	٦٤,٠	١١,٥
شرش مجفف مدعم	٤,٥	١,٠	١٧,٥	٦٧,٠	١٠,٥

الأحماض الأمينية في الكازين واللاكطوبومين

الأحماض الأمينية	النسبة المئوية في كل نوع من البروتين :	كازين	لاكطوبومين
جليسين	٠ إلى ٠,٤	٠,٤	
ألانين	١,٥ د ١,٨	٢,٤	
فالين	٧,٢ د ٧,٩	١,٠ إلى ٣,٣	
ليوسين	٩,٣ د ١٠,٥	١٤ د ١٩	
فينيل ألانين	٣,٢ د ٣,٩	١,٢ د ٢,٤	
ثيروزين	٤,٥ د ٦,٥	٠,٩ د ١,٩	
سرين	٠,٤ د ٠,٥	١,٨ د	
ثريونين	٣,٩	٥,٣	

الأحماض الأمينية		النسبة المئوية في كل نوع من البروتين :	
		لاكتالبومين	كازين
أيزوليوسين	٦,٥	٠	٠
سستين	٠,٢٥	١,٧	إلى ٤,٠
برولين	٧,٦	٢,٨ إلى ٨,٧	٤,٠ - ١
هيدروكسي برولين	٠,٢		
حمض جلوتاميك	٢٠,٠	١٠,١	١٢,٩
حمض هيدروكسي جلوتاميك	١٠,٥	١٠,٠	
حمض أسبرتيك	١,٤	٤,١	٩,٣
تريبتوفان	١,٥	٢,٢	٢,٧
أرجينين	٣,٨	٥,٢	٣,٥
هستيدين	٢,٥	٣,٤	١,٥
ليسين	٦,٠	٧,٦	٨,٤
ميثيونين	٠,٤		
حمض Dodecanosmino	٠,٧٥		

تركيب ليبيدات اللبن

الليبيد	النسبة المئوية
جليسيريدات ثلاثي الأحماض الدهنية	٩٧ إلى ٩٨
جليسيريدات ثنائية	٠,٢٥
جليسيريدات أحادية	٠,٠١٦
جليسيريدات كيتو حمضية keto-acid	٠,٨٥
جليسيريدات Aldéhydogonic	٠,٠١١
إشترات جليسريل	٠,٠١١
أحماض دهنية حرة	٠,١٠

القييد	النسبة المئوية	
فوسفوليبيدات	٠,٢	إلى ١,٠
مربروزيديات	٠,٠١٣	٠,٠٦٦
استيرولات	٠,٢٢	٠,٤١
كربونيلات حرة متعادلة	٠,٠٠٠٠١	٠,٠٠٠٠٠٨
سكوالين	٠,٠٠٧	
كاروتينويدات	٠,٠٠٠٧	٠,٠٠٠٩
فيتامين ألف	٠,٠٠٠٦	٠,٠٠٠٩
فيتامين دال	٠,٠٠٠٠٠٠٨٥	٠,٠٠٠٠٠٠٢١
فيتامين هـ	٠,٠٠٢٤	
فيتامين ك	٠,٠٠٠١	

الفيتمينات في اللبن الطازج

الفيتمين	مليجرام في اللتر	الفيتمين	مليجرام في اللتر
فيتامين ألف	٠,٣٤	لينوزيتول (كل)	١٣٠,٠
كاروتينويدات	٠,٣٨	لينوزيتول (حر)	٦٠,٠
فيتامين دال (وحدة USP)	٢٣,٦	حمض نيكوتينك	٠,٨٥
فيتامين هـ	٠,٦	حمض بانتوثيك	٣,٥
فيتامين كاف (وحدة دام-جلاند)	١٠٠٠,٠	بيريلوكسين	٠,٤٨
Dam Glaviad unit			
حمض أسكوربيك	١٦,٠	ريبوفلافين (كل)	١,٥٧
بيوتين (كل)	٠,٠٣٥	ثيامين	٠,٤٢
كولين	١٣٠,٠	ثيامين (حر)	٠,٢٣
كولين (حر)	٤٠,٠	فيتامين ب١٢	٠,٠٠٠٥٦
حمض فوليك	٠,٠٠٢٣		

كما يبين الجدول التالي تركيب ألبان الثدييات ، وكذلك نسب المعادن
في رمد اللبن
تركيب ألبان الثدييات :

اللبن	ماء %	بروتين %	دهن %	لكتوز %	وماد %
بقرى	٨٧,٢٩	٣,٤٢	٣,٦٦	٤,٩٢	٠,٧١
آدى	٨٧,٦٠	١,٢٠	٣,٨٠	٧,٠٠	٠,٢١
حمارة	٨٩,٨٨	١,٩٨	١,٤٥	٦,٢٤	٠,٤٥
جاموسى	٨٢,٤٤	٤,٧٤	٧,٤٠	٤,٦٤	٠,٧٨
جملى	٨٧,٦٧	٣,٤٥	٣,٠٢	٥,١٥	٠,٧١
قطه	٨٣,٠٥	٧,٠٠	٤,٥٠	٤,٨٥	٠,٦٠
كلبه	٧٤,٥٥	٣,١٥	١٠,٢٠	١١,٣٠	٠,٨٠
فيله	٨٥,٦٣	٣,٢٠	٣,١٢	٧,٤٢	٠,٦٣
ماز	٨٧,٨١	٣,٥٠	٣,٨٠	٤,١٠	٠,٧٩
أرنيه	٦٨,٥٠	١٢,٩٥	١٣,٦٠	٢,٤٠	٢,٥٥
غزاله	٦٦,١٠	١٠,١٥	١٩,٨٠	٢,٥٠	١,٤٥

المعادن في رمد اللبن

% في اللبن	% في الرماد
٠,١٤٠	٢٠,٠
٠,١٢٥	١٧,٤
٠,١٠٣	١٤,٥
٠,٠٩٦	١٣,٣
٠,٠٥٦	٧,٨
٠,٠١٢	١,٤٥
٠,٠٢٥	٣,٦

وهناك حوالى ثمانمائة صنف من الجبن منتشرة في العالم أمكن تسميتها ، كما أمكن وصف أربعمائة منها ، من بينها الأصناف الأجنبية الطرية غير المسواة المعروفة باسم Cottage ، Cream ، والأصناف الطرية المسواة بالبكتريا المعروفة باسم Liederkrantz ، Limburger ، والأصناف الطرية المسواة بالفطر ومثلها Brie ، Camembert ، والأصناف شبه الجافة المسواة بالبكتريا مثل brick ، Muenster ، والأصناف شبه الجافة المسواة بالفطر مثل blue ، Gorgonzola ، Roquefort ، والأصناف الجافة مثل Cheddar ، Edam ، Gouda ، Gruyere ، Swiss ، Pineapple ، Parmesan . وأحياناً تمزج بعض أصناف من الجبن ببعضها ويسمى المزيج الناتج الذى يعرف حينئذ باسم Process Cheese والذي قد يضاف إليه عوامل استحلاب مثل فوسفات ثنائى الصوديوم ، أو مسترات الصوديوم لتعديل صفات الجبن الناتج فيصبح مستظلم النكهة والقوام وجيد الحفظ . والتقسيم المعروف في الولايات المتحدة الأمريكية للجبن وفقاً للقوام texture ووفقاً لطريقة التسوية ripening هو التالى :

١ - جبن شديد الصلابة (grating type) ، very hard مسوى بالبكتريا ومنه : Spalen, Sapsago, Romano, Parmesan, Asiago old .

٢ - جبن صلب Hard :

(١) مسوى بالبكتريا ، بدون ثقب (عيون) ، ومنه Cheddar و granular أو Stirred curd ، Caciocavallo .

(ب) : مسوى بالبكتريا ، به عيون eyes ومنه . Emmenthaler ، Swiss ، Gruyere .

٢- جبن شبه طرى Semi-soft :

(أ) مسوى بالبكتريا أساساً ومنه : Munster ، Brick

(ب) مسوى بالبكتريا والأحياء الدقيقة السطحية Surface microorganisms

ومنه : Trappist ، Port du Salut ، Limburger .

(ج) مسوى أساساً بالفطر الأزرق blue mold فى الداخل ومنه :

Wensleydale ، Stilton ، Blue ، Gorgonzola ، Roquefort .

٤ - جبن طرى Soft :

(أ) مسوى ripened ومنه : Brie ، Camembert ، Bel Paese

Hand ، Cooked Neufchatel (كما تصنع فى فرنسا) .

(ب) غير مسوى unripened : ومنه : Baker's ، Pot ، Cottage

Neufchatel ، Cream (كما تصنع فى الولايات المتحدة الأمريكية) ،

Fresh Ricotta ، Primost ، Mysost

٥ - جبن مطبوخ Process cheese ، مبستر Cold-Pack :

٦ - جبن الشرش Whey cheese : مايسوست Mysost ، بريموست

Primost ، ريكوتا Ricotta .

ويعتقد أن أصناف الجبن المميزة لا تتعدى ثمانية عشر صنفاً تصنع بطرق متباينة ، وهى : بريك ، كامبمرت ، شدر ، كوتاج ، كريم ، إدام ، نفشاتل ، بارمزان ، ترايست ، بروفولون ، رومانو ، روكفور ، ساباجو ، جودا ، هاند ، لبرجر ، سويس ، جبن الشرش .

يتفاوت التركيب الكيميائى للجبن تبعاً لصنف اللبن المستعمل وكية الماء المضافة . وعموماً يختوى ترطل الواحد من الجبن الجاف على الكازين والدهن الموجود أصلاً فى جالون من اللبن ، مع قليل من لكتاليومين اللبن . ولا يتخلف فى الجبن سوى آثار ضئيلة من لكتوز اللبن .

وتعتبر بروتينات الجبن ذات قيمة حيوية عالية بسبب احتوائها على كافة

الأحماض الأمينية الضرورية . ويحدث أثناء تسوية الجبن أن يتحول جزء من البروتينات إلى بروتوزات وبيتونات وأحماض أمينية .

وتتكون الجبن الجاف في المتوسط من النسب المثوية التالية : ٢٥ بروتين ٣٢ دهن ، ٣٧ ماء ، ٠,٧٣ كالسيوم ، ٠,٦٨ فوسفور . والجبن مصدر جيد لفيتاميني ١ ، ب .

أما الجبن الأبيض أو الطرى فيختلف تركيبه تبعاً لخامات تصنيعه ، إذ قد يصنع من اللبن القز فيحتوى في هذه الحالة على واحد في المائة دهن مع ١٩ في المائة بروتين ويفقد فيتامين ١ . وفي طريقة التجهن المحضى يفقد جزء كبير من الكالسيوم في الشرش . وعندما تصنع الجبن من لبن كامل يضاف إليه قشدة تحتوي الجبن على ٩ ، ٣٧ في المائة بروتيناً ودهناً على التوالي . لهذا فالجبن الأبيض الناعم يكون غنياً في الطاقة الحرارية ، إلا أنه أقر من الجبن الجاف والجبن الطرى المصنوع من لبن فرز ، كالسكوتاج ، في البروتين والكالسيوم . والجدول التالى يوضح التركيب الكيميائى للجبن (كنسب مئوية) :

تمثل الجبن الجوامد اللبنة أو الحثرة في اللبن . وهذه الحثرة يمكن الحصول عليها بفعل إنزيم الرنين أو حامض اللكتيك . ويمكن إنتاج أصناف متعددة من الجبن باستعمال ألبان مختلفة ، كلبن البقر أو الماعز أو الغنم ، وبتابع طرق مختلفة لتجهين اللبن ، وتعديل درجتي الحرارة والرطوبة أثناء تسوية الجبن . وتحديد نسب ملح الطعام والتوابل المضافة ، وبالتحكم في نسبة الرطوبة المتبقية في الجبن . وتحديد نوع البكتريا أو المظهر المستخدم في التسوية .

وتقسم أصناف الجبن إلى طرية soft وشبه جافة semihard وجافة hard . ففي الجبن الطرى تنشط الأحياء النقيقة على السطح أساساً وتتغلغل تدريجياً في الداخل ، بينما في الجبن الجاف تنشط هذه الأحياء للنقيقة وتوزع بشكل منتظم في جميع مناطق الجبن لهذا يراعى تقطيع الجبن الطرى في هيئة قطع صغيرة .

التركيب الكيميائي لأصناف الجبن (النسب المئوية) :

الجبن	رطوبة	دهن	بروتين	رماد (خال من الملح)	ملح	كالكسيوم	فوسفور
برك	٤١,٣	٣١,٠	٢٢,١	١,٢	١,٨	—	—
براي Brie	٥١,٣	٢٦,١	١٩,٦	١,٥	١,٥	—	—
كاسمبرت	٥٠,٣	٢٦,٠	١٩,٨	١,٢	٢,٥	٠,٦٨	٠,٥٠
شمر	٣٧,٥	٣٢,٨	٢٤,٢	١,٩	١,٥	٠,٨٦	٠,٦٠
كوتاج	٧٩,٥	٠,٣	١٥,٠	٠,٨	١,٠	٠,١٠	٠,١٥
كوتاج دسم	٧٩,٢	٤,٣	١٣,٢	٠,٨	١,٠	٠,١٢	٠,١٥
قشدة	٥٤,٠	٣٥	٩,٢	٠,٥	٠,٧٥	٠,٣٠	٠,٢
إدام	٣٩,٥	٢٣,٨	٣٠,٦	٢,٣	٢,٨	٠,٨٥	٠,٥٥
جورجوتزولا	٣٥,٨	٣٢,٠	٢٦,٠	٢,٦	٢,٤	—	—
المبرجر	٤٥,٥	٢٨,٠	٢٢,٠	٢,٠	٢,١	٠,٥	٠,٤
نفشاتل	٥٥,٠	٢٥,٠	١٦,٠	١,٣	١,٠	—	—
بامزان	٣١,٠	٢٧,٥	٣٧,٥	٣,٠	١,٨	١,٢	١,٠
روكفور	٣٩,٩	٣٣,٠	٢٢,٠	٢,٣	٤,٢	٠,٦٥	٠,٤٥
مويسري	٣٩,٠	٢٨,٠	٢٧,٠	٢,٠	١,٢	٠,٩	٠,٧٥

تضم الجبن تماماً ولا يتخلف منها في الأمعاء سوى قدر ضئيل ، كما أنها ليست أصعب هضمًا من الحوم خصوصاً عندما تقدم في وجبة متزنة لا تتجاوز القدر اللازم للشعور بالشبع . ويعتقد أن الأحماض الطيارة في الجبن المسوى جيداً تؤثر في أعصاب الأغشية المبطنة للقناة الهضمية .

ترجع أهمية الجبن في التغذية إلى احتوائها على البروتين والدهن والكالسيوم والفسفور وفيتاميني ١ ، ب ٢ ، ولذلك فالجبن يقوم بوظيفة تدعيم الوجبات الفقيرة في البروتين أو المحتوية على بروتين منخفض القيمة الحيوية . وتعتبر الجبن بديلاً رخيصاً لحم والدواجن والأسماك .

وتقدم الجبن في الوجبات اليومية في صور متعددة كأن تكون منفردة أو مضافة للمكرونة أو مع البيض وفاتحات الشهية وغير ذلك .

تتميز أصناف الجبن الطرى بانخفاض ثمنها ، ويزداد السعر بالنسبة للأصناف التي تستلزم دقة في التسوية وطول مدة التسوية . وتعتبر جبن الشدر مقبولة بدرجة عالية لدى بعض المستهلكين الأجانب .

ولمنع فساد الجبن يجب تغليفها بورق شمع أو بأكياس بلاستيك وحفظها داخل التلاجات لمنع تكاثر البكتريا والفطريات عليها . والمعروف أن الجبن يتعرض للفساد بسرعة ، خصوصاً عندما تكون غير مبسترة ، فتتغير الرائحة بسبب نمو الفطر والبكتريا .

وتعتيق aging و تسوية ripening جبن من أهم مراحل صناعة الجبن وعابها يتوقف ظهور الطعم المميز لصنف الجبن . وأثناء هذه التسوية تحدث كل أو بعض التغيرات التالية :

١ - قد يتحول لكتوز اللبن إلى حمض لكتيك بفعل البكتريا .

٢ - جزء من البروتين قد يهضم متحولاً إلى بروتينات ذائبة وأحماض أمينية .

٣ - تنمو بعض الفطريات وتتغلغل داخل الجبن .

٤ - يتكون ثاني أكسيد كربون ويحدث نفوياً في الجبن تعرف أحياناً باسم eyes • رائحة العفن قد تتكون ٦ - عوام الجبن يصبح أكثر ليونة .
٧ - يتزنخ الدهن الموجود في الطبقات الخارجية من الجبن .

وتتضمن مواصفات المياه المعترف بها في معظم الدول فيما يلي:

(أ) البكتريولوجية:

الاستنتاج	الوزن	العدد الكلي في الطليتر عند درجة ٣٧°م	بكتريا القولون في ١٠٠ ملليتر
مالحة للشرب	—	١٠٠ — ٠	٤ — ٠
طوشة	+	أكثر من ١٠٠	٥٠ — ٤
طوية بشدة	++	—	أكثر من ٥٠

(ب) الكيميائية:

المكون	الحد الأقصى للتركيز	المكون	الحد الأقصى للتركيز
المتبقي الكلي	١٥٠٠ جزء في المليون	السلينيوم	٠.١ جزء في المليون
الكبريت كل	٤٠٠	الفترات نأ٢	٠.١ جزء
الكبريتات كبرأ٢	٣٠٠	السيانيد لفن	٠.٥ جزء
الكالسيوم كا	٢٠٠	الأمونيا ن	٢ جزء
المغنسيوم مغ	٥٠ — ١٥٠	الأكسجين الكيميائي	١٠
القوية الكلية (كربونات كالسيوم)	٥٠ — ٥٠٠	الأكسجين الخشب	٥
النترات نأ٢	٥٠	الصمغة الفلمية	١٠ — ٢٠
الفلوريد فل	١	الليثيوم	١٠ وحدات mg
النحاس نح	١	العكارة	١٠ وحدات عكارة
الزئبق ز	٥		
الحديد ح	٥		

وعوامل التحويل المستخدمة في تحليل المياه هي:

(١) المعسر

وحدة القياس	جم/لتر	ملجم/لتر	بريطانيا	امريكا	فرنسا	العانيا	هجم/لتر
	كك أ	كك أ	جم/جالون جم	كك أ	كك أ	كك أ	epm/لتر
			كك أ	كك أ	كك أ	كك أ	mval/لتر
هجم/لتر كك أ (انجليزى)	١٠×٥٠٦	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	٠.٠٢
جم/جالون كك أ (امريكى)	١٠×٨٠	١٤٣	١٠	١٠	١٠	١٠	٠.٢٨٦
جم/جالون كك أ (فرنسى)	١٠×٩٦٦	١٧١	١٠	١٠	١٠	١٠	٠.٣٤٢
جزء/١٠٠٠٠٠ كك أ	١٠×٥٠٦	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	٠.٢
جزء/١٠٠٠٠٠ كك أ	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	٠.٣٥٨
مجم/لتر	١٠×٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	١٠
جم/لتر كك أ	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠

(٢) النتروجين :

$$\begin{aligned}
 \text{نترات ن أ} &= \text{ن} \times ٣.٢٨ \\
 \text{نترات ن أ} &= \text{ن} \times ٤.٤٢ \\
 \text{أمونيا ن يدع} &= \text{ن} \times ١.٢٢ \\
 \text{أمونيوم ن يدع} &= \text{ن} \times ١.٢٩
 \end{aligned}$$

(٣) الفوسفات:

$$\begin{aligned}
 \text{فوسفور نو} &= \text{فوا ج} \times ٠.٣٢٦ \\
 \text{خامس أكسيد الفوسفور نو أ} &= \text{فوا ج} \times ٠.٧٥
 \end{aligned}$$

تحتل صناعات منتجات الألبان مكانة مرموقة في كثير من الدول ومن بينها جمهورية مصر العربية - فالتعرف بعطيات التصنيع التي تجري فـى مصانع الألبان سوف يكون مثرا - وهذا ماأنشده كثرة لجهوداتى فـى تقديم هذا الكتاب الى القراء داخل وخارج الجامعات والمعاهد والمدارس، ولهذا توخيت البساطة فى العرض والايجاز فى التعبير والشرح والاكتمال فى تجميع المعلومات والمعلومات الا أننى مازلت أتعلم لمزيد من المعرفة والخبرة بغية بلوغ حد يقترب من حد الكمال .

ولما كانت مصانع الألبان تستغذقدرا كبيرا من مياه الشرب اجباريا فقد وحدت من الأوفق أن أضمن الكتاب نبذة عن معاملات ومواصفات مياه الشرب .

ويسرى هذا أيضا علم، وحدة العمل ووحدة التصنيع فـى مصانع الألبان فهى تكاد تتماثل تماما مع نظيرتها فى مصانع الأغذية الأخرى ولهذا أجملت عرض العطيات فى فصل مستقل بهذا الكتاب .

ولعل هذا الكتاب يسد فراغا فى موسوعة الصناعات الغذائية ذات الأجزاء السبع المنشورة بدار المعارف، والله ولى التوفيق .

المؤلف

محتويات الكتاب

- مقدمه
- الفصل الأول : الماء والصحة
- الفصل الثانى : الانزيمات فى التصنيع الغذائى .
- الفصل الثالث : اللبن ومنتجاته .
- الفصل الرابع : عمليات التصنيع الغذائى .

الفصل الأول

الماء والصحة

تحتوى المياه الطبيعية على قدر من الشوائب ، بعضه لا يسهل مشاهدته بالعين المجردة ، كـ بعض الاملاح الذائبة والعدد القليل نسبيا من الميكروبات والطحالب ، بينما تكون بعض الشوائب مرئية تراها عين الانسان دون حاجة الى عدسات مكبرة ، مثل الرواسب ومسببات العكارة والطحالب النامية باعداد وفيرة . وبعض هذه الشوائب قد يكون ضارا بعكس البعض الآخر ، كما ان التركيز الذى يوجد به بعض هذه الشوائب يحدد مدى خطورة هذه المواد بالنسبة لصحة الانسان ولجودة المنتجات المصنعة ولسلامة بعض اجهزة وماكينات التصنيع . فعلى سبيل المثال يعتبر التركيز الضئيل الذى لا يتجاوز الرقم العشري الرابع من املاح الكالسيوم او المغنسيوم مرغوبا فى صناعة البيرة وليس مكروها فى مياه الشرب ولكنه يسنى الى صفات الاغذية الملحية التى تحفظ فى اوان محكمة القفل محكمة ، كما انه يتلف غلاية المصنع . وعندما يرتفع تركيز الحديد او المنجنيز الى ما يقرب من الجزء الواحد فى المليون تظهر خطورة تلون الاغذية والمواد التى يلامسها الماء المحتوى على أى من هذين العنصرين ، بل ان هذا قد يؤدى الى سرعة تكاثر بعض البكتريا الى حد تكوين كتل تسد المواسير وتعوق سير العمل . وتكتسب المياه رائحة البيض الفاسد اذا احتوت على كبريتور الايدروجين حتى لو كان تركيزه لا يبلغ حد الجزء الواحد فى المليون ، وهذا الغاز يسبب تآكل المعادن أيضا . ومن هذا يتضح أن تكرير المياه عملية حيوية تستوجبها المحافظة على صحة الانسان وجودة أغذيته .

تكرير المياه :

تنقى مياه الشرب والمياه المستخدمة فى مصانع الاغذية بتطبيق معاملات متعددة ومتنوعة تهدف الى خفض نسب الشوائب الى الحد الذى يعتبر عديم الضرر بصحة الانسان او الى ازالة هذه الشوائب تماما . وقد

تجرى المعاملات على جزء من المياه دون بقيته أو على كمية المياه بأسرها أو قد تعامل كميات من الماء معاملات متباينة تختلف فى طبيعتها وأهدافها فى كل كمية عنها فى باقى كميات المياه ، ويتوقف اختيار أى من هذه الطرق على الفرض الذى سوف تستخدم فيه المياه .

وتختلف معاملات المياه العكرة والملونة عن معاملات المياه الرائقة .
والعكارة turbidity مصدرها المواد المترسبة sediment المكونة من طمي ورمل ، والمواد المعلقة suspended التى قد تكون فى صورة غروية أو شبه غروية أو مجزأة . وعادة توجد العكارة فى المياه السطحية ، إلا أنها لا تظهر فى المياه الجوفية ، كما أنها تتفاوت فى كميتها تبعاً لموسم الأمطار وكمية المطر والبعد عن مسقط أو منبع المياه .

والشوائب العضوية فى المياه مصدرها المواد العضوية المتحللة التى تعرض طريق المياه السطحية ، وهى توجد فى حالة ذائبة أو غروية وتميز بظهور لون وأحياء دقيقة حية وميتة . وقد تحتوى المياه على حديد أو منجنيز فى صورة عضوية أو غروية . ولا تنمو الطحالب على سطح المياه إلا فى حالة سكون الماء وتعرضه لأشعة الشمس ، ولذلك فالشائع هو تغطية خزانات المياه لحجب أشعة الشمس كما يمكن إبادتها بإضافة غاز الكلور أو كبريتات النحاس . وتعتبر المعاملة بغاز الكلور أفضل الطرق لإبادة البكتيريا ، ولذا فالمعاملة تجرى فى أغلب الأحوال بالإضافة إلى معاملات التنقية الأخرى سواء أكان ذلك قبل التكرير prechlorination أو بعد التكرير postchlorination أو قبل وبعد التكرير . وعادة يستخدم الكلور السائل أو الكلور أمين أو الهيبوكلوريت فى هذه المعاملة .

والمعاملات الشائع تنفيذها على المياه تتلخص فيما يلى :

(أولا) الترويق :

يتضمن ترويق المياه عملية الترسيب sedimentation وعملية التجميع للترسيب coagulation and settling ثم الترشيح . وعندما

تكون الشوائب كبيرة الحجم سهلة الرسوب يفضل ترك المياه في الخزانات أو الأحواض حتى ترسب هذه الشوائب الكبيرة وتزال بطريقة مناسبة .
 وللتجميع تضاف مادة مجمعة لتعادل قلوية الماء ، سواء أكانت قلوية طبيعية أم ناشبة عن إضافة قلوى للماء ، فيتكون راسب جيلاتينى **floc** يمكن التخلص منه بالتريسيب والترشيح . وأشهر المواد المضافة استخداما هى كبريتات الألومنيوم **filter alum** ويلزم ضبط رقم pH فى نطاق ٥ الى ٧ كما يلزم استمرار التقليب الآلى بالسرعة المناسبة . وينصح باستخدام مغذيات أوتوماتيكية لصب كميات محددة من المواد الكيميائية المضافة فى المياه المراد ترويقها بحيث تتناسب مع كمية أو سرعة الماء .
 وهذه الكيماويات قد تضاف فى حالة صلبة أو سائلة .

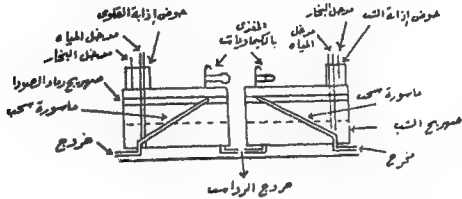
وعادة تكون أحواض التريسيب الخشبية أو المصنوعة من الصلب مستقرة على سطح الأرض ، بينما الأحواض المبنية بالمسحج تمتد داخل الأرض ، وتزود هذه الأحواض بأذرع تعمل على دفع المياه من مدخل الخوض الى داخله بسرعة بطيئة لمنع الدوامات . وفى بعض أحواض التريسيب الحديثة تدخل المياه الى القطاع الوسطى من حوض التريسيب فتمتزج بالكيماويات تحت تأثير انقلابات الأوتوماتيكية وبذلك تتكون رواسب جيلاتينية تتخلص منها المياه بمرورها من أسفل الى أعلى فى المرشحين على جانبي الحوض اللذين يزداد قطرهما تدريجيا من أسفل تجاه أعلى مما يؤدي الى انخفاض سرعة المياه تدريجيا حتى تنفصل عنها الرواسب تماما .

ومرشحات الرمل تكفل ازالة الرواسب غير الذائبة من الماء بعد انتهاء عمل أحواض التريسيب والتجميع ، وبذلك تصبح المياه صافية ونظيفة وعديمة اللون ، وقد يستعمل الضغط لاسراع الترشيح . وعادة يحتوى عامود الترشيح فى أسفله على طبقة من الحصى **gravel** تتدرج فى حجمها من أسفل الى أعلى نحو الصغر ، ويعمل طبقات الحصى طبقة من الرمل الخشن ثم أخرى من الرمل الناعم . وهذه الطبقة السطحية من الرمل التساعم هى التى تؤدي الغرض من عملية الترشيح فعلا عندما يمر خلالها الماء من

أعلى إلى أسفل • ويجب إيقاف عمل المرشحات ليتسنى غسيلها كلما زادت مقاومة المرشح لمرور المياه بما يقرب من ٤ - ٥ رطلاً على البوصة المربعة كفسارق بين الضغط عند المدخل وعند المخرج ، وذلك لإزالة الرواسب المحبوسة في طبقات المرشح والمسببة لهذا الضغط في المرشحات التي تعمل تحت ضغط • وفي مرشحات الجاذبية الأرضية يكون فارق الضغط الذي يلزم عنده إجراء عملية الفسيل أقل من نظيره في مرشحات الضغط • وتجرى عملية الفسيل بدفع المياه من أسفل إلى أعلى • وتستغرق عملية الفسيل حوالي عشر دقائق باستعمال مياه سرعتها عشرة جرامات في الدقيقة في القدم المربع من مساحة المرشح • ويجب أن يذكر أن عمليات الترشيح هذه لا تبديد الأحياء الدقيقة ، ولذا فمياه الشرب تستلزم المعاملة الكلورية لتعقيمها •

(ثانياً) التعقيم :

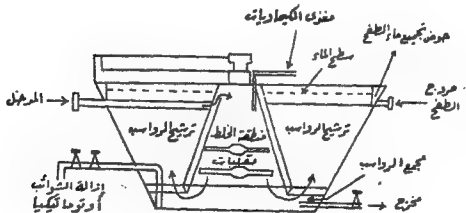
يستخدم الكلور على نطاق واسع في عمليات تعقيم المياه ، وقد يمرر الكلور منفرداً من سلندراته المحتوية على الغاز السائل إلى الماء ، أو قد يمرر مع الأمونيا لتكوين الكلورامين ، أو قد يضاف في صورة هيبوكلوريت • وعندما يستخدم الكلور لإزالة اللون والمواد العضوية تسمى العملية *superchlorination* • ويمضل أحياناً إضافة الكلور بكميات تفوق المطلوب ثم تزال الزيادة من الكلور باستخدام مواد مختزلة أو مواد ادمصاص مثل الكربون المنشط • وأحياناً يستبدل الكلور بالاوزون أو الأشعة فوق البنفسجية •



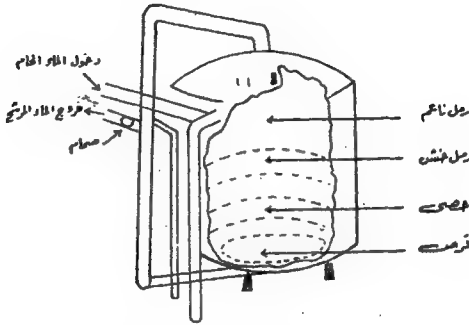
نظام التنقية بحمول القصى وبالشبه

(ثالثا) إزالة عسر الماء :

يسبب عسر الماء hardness بعض المتاعب فى التصنيع ، اذ تتكون أحيانا رواسب تسد الصمامات وأنايب المياه وتتلغ الغلايات والمضخات ، وهذه الرواسب مصدرها أملاح الكالسيوم والمغنسيوم التى تترسب بتأثير القلويات والتى تعوق تكوين رغاوى الصابون . لذلك يلزم إزالة عسر الماء باتباع إحدى الطرق التالية :



محوض الترسيب والتجميع



مرشح الرمل الرأسى يعمل تحت الضغط

- ١ - التقطير distillation ، وهذه طريقة باهظة التكاليف .
- ٢ - تبادل الكاتيونات cation or base exchange process
- ٣ - تبادل الكاتيونات والانيونات demineralizing process
- ٤ - الترمسيب cold and hot lime or lime-soda processes
والطرق الشائع استخدامها صناعيا يمكن تلخيصها فيما يلي :
- ١ - طريقة الزيوليت :

لإزالة عسر الماء باستخدام الزيوليت لتبادل الكاتيونات يوضع الزيوليت المحبب مع طبقات من الحصى على قاع مثقب داخل صهريج من الصليب يعمل تحت الضغط الجوي العادي أو قد يكون مزودا بالضغط .
فيمرور الماء من القمة تجاه أسفل مفعلا طبقة الزيوليت ينغصل عنه

الكالسيوم والمنغنسيوم ويحل محلها الصوديوم ويصبح الماء يسرا تماما zero water ، كما يزال الحديد والمنجنيز أيضا . وتتسرب المياه اليسرة خلال طبقات الحصى متجهة نحو صمام الخروج وتنطلق في المواسير . وتتفاوت المدة اللازمة لجعل الماء يسرا water softening بين أربع ساعات واثنتي عشرة ساعة تبعاً لطبيعة الجهاز المستخدم. ويجب تهيئة الجهاز للعمل regeneration على فترات مناسبة وذلك بعملية غسيل أولاً يمرر فيها تيار الماء من أسفل إلى أعلى بسرعة ٦ جرام في الدقيقة في القسم المربع من مساحة طبقة الترشيح لازالة القاذورات وإعادة تدريج وتثبيت الزيوليت في موضعه ، وتستغرق عملية الغسيل هذه حوالي ٧ - ١٠ دقائق يليها معاملة عامود تبادل الكاتيونات بمحلول ملح الطعام salting فينتقل الملح مع الزيوليت ويخلصه من الكالسيوم والمنغنسيوم اللذين ينفصلان في صورة كلوريدات ذائبة تتحرك لأسفل ذائبة في المحلول الملحي المضاف على السطح ويستغرق ذلك حوالي ٥ - ١٠ دقائق بعدها يصبح الزيوليت حاملاً للصوديوم من جديد فيفصل بتيار من الماء يسيل من أعلى إلى أسفل بسرعة ٢ - ٣ جرام في الدقيقة في القسم المربع من مساحة طبقة الزيوليت فيزول الكالسيوم والمنغنسيوم والزيادة من الصوديوم ، وتستغرق عملية الغسيل حوالي ١٨ - ٤٠ دقيقة . وتستخدم في الوقت الحاضر أنواع متعددة من مواد تبادل الأيونات ، بعضها عضوي .

٢ - طريقة اعمدة تبادل الكاتيونات الابدوجينية :

في هذه الطريقة يزال الكالسيوم والمنغنسيوم والصوديوم والبيكربونات والحديد الذائب والمنجنيز الذائب . وهذه الاعمدة يلزم غسيلها على فترات وتعامل بعد الغسيل بحامض كبريتيك لتحويل الكالسيوم والمنغنسيوم والصوديوم الى كبريتات واعطاء الابدوجيني لمادة الامصاص ، ويعقب المعاملة بالحامض عملية غسيل لازالة الكبريتات والزيادة من الحامض . وعادة يتكون من هذه الاعمدة كمية من ثاني اكسيد الكربون يحسن ازالتهما من المياه بامرارها في جهاز سحب الغاز degasifier

كذلك يؤدي فصل الكبريتات والكلوريدات والبيكربونات من المياه بهذه الاعمالة الى تكوين أحماض معدنية وهذا يستوجب معادلة الحموضة باستعمال جرعات ضئيلة من القلوى ، أو يفضل اقتصادياً أن يمرر جزء من الماء فى عامود زيوليت صوديومى وجزء آخر فى عامود الايدروجين ثم تمزج المياه الناتجة من العامودين بالنسب الموافقة للحصول على قلوية مناسبة .

٣ - طريقة اعمدة تبادل الكاتيونات والانيونات معا :

عندما تنقى المياه باستخدام اعمدة تبادل الكاتيونات يتخلف فى الماء حامضاً الكلوردرىك والكبريتيك ، وهذان الحامضان يمكن التخلص منهما بامرار الماء فى عامود تبادل الانيونات فيتحد الايدروجين مع مجموعة ايدروكسيل مكوناً ماء ويتحد أنيون الحامض مع الشق العسوى فى مادة الادمصاص . وفى هذه الطريقة يزال ثانى اكسيد الكربون أيضاً بالتهوية .

٤ - طريقة الجير الباردة أو الجير الصودى :

فى هذه الطريقة ترسب المواد المسببة لعمر الماء باضافة الجير مع قدر ضئيل من مادة مجمعة مثل كبريتات الالومنيوم ، وأحياناً يضاف رماد الصودا مع الجير ، وتزال الرواسب بتركها تركد وقد يستعان بالترشيح أيضاً . وهذه الطريقة نزيل جزءاً من العمر وبذلك تختلف عن طرق تبادل الايونات التى تزيل العمر تماماً وتعطى ماء الصفر . لذلك فطريقة الجير تستخدم للحصول على ماء يصلح لبعض الأغراض الصناعية مثل صناعة المياه الغازية والبيرة وعمليات التبريد . وتحدد درجة العمر المطلوبة عن طريق تحديد كميات الجير ورماد الصودا المضافة .

ويؤدى الجير مهمة إزالة ثانى اكسيد الكربون وتحويل البيكربونات الى كربونات وكذلك تحويل مركبات المغنسيوم الى ايدروكسيدات اذا لزم الأمر . ويقوم رماد الصودا بتحويل المركبات غير المحتوية على الكربونات

المسببة للعسر الى مركبات كربونات • اما المادة المضافة المساعدة على ركود الرواسب •

٥ - طريقة الجير الصودي الساخنة :

تختلف هذه الطريقة عن سابقتها في كون المياه تسخن الى درجة الغليان تقريبا قبل أن يضاف اليها ايدروكسيد الكالسيوم ورماد الصودا. ثم تترك المياه للترسيب وترشح لفصل كربونات الكالسيوم وايدروكسيد المغنسيوم •

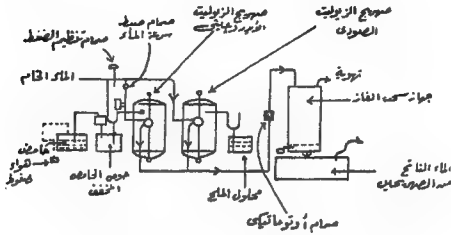
(وابعا) ازالة الشوائب بخلاف المسببة للعسر :

احيانا تحتوي المياه على حديد ومنجنيز وكبريتيد ايدروجين وسليكا وزيت و مواد مكسبة للطعم والرائحة • فمثل هذه المواد تزال من المياه بمعاملات مناسبة •

٦ - الحديد :

تحتوى ماء الآبار على بيكربونات الحديدوز ، ولذا فهذه المياه عند تعريضها للجو تتمسك وتتلون بلون مصفر أو بني محمر نتيجة لتكوين ايدروكسيد الحديدك • ويمكن ازالة الحديد من المياه الجوفية بأحدى طرق ثلاث ، هى التهوية المصحوبة بالترسيب والترشيح ، وطريقة تبادل الايونات وطريقة زيوليت المنجذبة •

ففى طريقة التهوية يزال ثانى أكسيد الكربون من الماء ويدفع فيه النتروجين والاكسجين ، ونتيجة لتفاعل الاوكسيجين الذائب مع بيكربونات الحديدوز يترسب ايدروكسيد الحديدك وينطلق ثانى أكسيد الكربون • وتكون أكسدة الحديدوز بطيئة فى حالة انخفاض نسبة المواد الصلبة ورقم pH فى المياه ، ولذلك فإضافة الصودا أو الجير الى المياه



إزالة عسر الماء باستعمال مواد صوديوم وعامود إيريديوم

لرفع قيمة pH تفيد في اسراع تفاعل الأكسدة .. ويعقب الأكسدة عملية الترشيح ، وبذلك تنخفض نسبة الحديد في الماء الى ما يقرب من عشر جزء في المليون .

وفي طريقة تبادل الكاتيونات يحل الحديد في الزيوليت محل الصوديوم ، ويمكن ازالة الحديد فيما بعد من عامود الادمصاص باضافة محلول ملح الطعام فيخرج الحديد في صورة كلوريد حديدوز ويحل محله الصوديوم .

وفي طريقة زيوليت المتجنيز يعامل الزيوليت بكلوريد المتجنيز ثم ببرمنجنات البوتاسيوم ، لترسيب أكاسيد المتجنيز الفوقية في الزيوليت . وعند ترشيح المياه المحتوية على حديد خلال الزيوليت المتجنيز يتأكسد الحديد الى ايدروكسيد حديديك وينفصل عن الماء . ولذا يلزم غسيل الزيوليت على فترات للتخلص من الحديد المترسب ، ويعقب الغسيل المعاملة بقدر مناسب من برمنجنات البوتاسيوم .

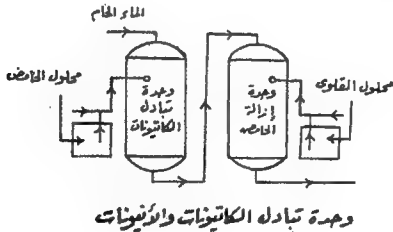
ويمكن ازالة الحديد الموجود في مياه الانهيار الحمضية في صورة كبريتات حديدوز باضافة الصودا أو الجير للتعادل ثم التهوية والترسيب

والترشيح . وعندما يوجد الحديد فى المياه السطحية فى صورة غروية أو عضوية يمكن ازالته مع العكارة واللون بالتجميع والترسيب والترشيح .

٢ - المنجنيز :

يوجد المنجنيز فى مياه الآبار العميقة فى صورة بيكربونات منجنيزوز ، كما يوجد فى المياه السطحية فى صورة منجنيز عضوى أو أغروى وفى المياه الحمضية فى صورة كبريتات .

وتزال بيكربونات المنجنيزوز من المياه بنفس الطرق المتبعة لازالة الحديد ، فقط يراعى رفع قيمة pH المياه حتى يتأكسد المنجنيز فيسهل فصله بالتهوية والترسيب والترشيح . ويبدو أن وجود كمية من أكاسيد المنجنيز فى عمود الترشيح يؤدي فعل الملامسة فيساعد فى الأكسدة . ويمكن ازالة البيكربونات أيضا بطريقة الزيوليت لتبادل الايونات وبطريقة الزيوليت المنجنيزى المعامل ببرمنجنات البوتاسيوم . أما المنجنيز العضوى والغروى والمرتبط بالكبريتات فيمكن ازالته بنفس الطرق المستخدمة نى ازالة الحديد من المياه ، كان تعامل المياه الحمضية بالتعادل والتهوية والترسيب والترشيح ، او تعامل المياه السطحية بالتجميع والترسيب والترشيح .



٣ - كبريتور الايدروجين :

يزال كبريتور الايدروجين من المياه بعدة طرق هي التهوية أو المعاملة بالكلور أو المعاملة الغازية المصحوبة بالتهوية لطرد ثاني اكسيد الكربون المستخدم في المعاملة . ففي طريقة التهوية يزال جزء من كبريتور الايدروجين ، ولذلك تعتبر الطريقة ضئيلة الكفاءة ويجب تنفيذها في المياه المحتوية على تركيز منخفض من هذا الغاز . وطريقة الكلور أيضا قليلة الكفاءة كما أنها مكلفة اذ يلزم ثمانية أجزاء من الكلور لازالة كل جزء من كبريتور الايدروجين . وطريقة المعاملة الغازية المصحوبة بالتهوية هي المفضلة عمليا ، وفيها تمرر غازات flue gas في اتجاه مضاد لسقوط المياه فينوب ثاني اكسيد الكربون في الماء ويخفض قيمة pH له ويطرد غاز كبريتور الايدروجين ، وبذلك عملية التهوية لازالة ثاني اكسيد الكربون . ويمكن ازالة آثار كبريتور الايدروجين المتخلفة في المياه باستخدام الفحم المنشط .

٤ - الطعم والرائحة :

يستخدم الفحم المنشط للتخلص من مسببات الطعم والرائحة في المياه ، ويكون الفحم المستخدم في صورة مسحوق أو حبيبات . وقد يضاف مسحوق الفحم الى المياه مباشرة ويترك ليترسب مع الشوائب في طرق التجميع والترسيب والجير الصودي والجير البارد . أما الفحم المحبب فيستخدم عادة في المرشحات ، ويجرى تغييره مرة كل عام تقريبا .

٥ - السليكا :

مركبات الالومنيوم الذائبة ان وجدت في الماء تتحد مع السليكا مكونة راسب سليكات والومنيوم مثل analcite . وعندما يوجد الكالسيوم في المياه يتكون راسب سليكات الكالسيوم . وقد تتكون رواسب من السليكا بمفردها . ومثل هذه الرواسب له اثره الضار على الغلايات ، خصوصا

تلك التي تعمل تحت ضغط مرتفع ، الا أن الغلايات التي تعمل تحت ضغط منخفض لا تظهر فيها الصعوبة حيث يمتنع تكون الرواسب السليكاتية عندما يضاف محلول فوسفات وترفع القلوية الى حد مناسب ، فبذلك تظل السليكا في حالة ذائبة في الماء بتركيز قد يصل الى ٣٥٠ جزءا في المليون .

وتزال السليكا من المياه بالادمصاص على أكاسيد أو ايدروكسيدات أو كربونات بعض المعادن كالمغنسيوم والحديد ، ويعتبر المغنسيوم أفضل من الحديد . وبديهي أن راسب المغنسيوم الناتج في عملية إزالة العسر بطريقة الجير الصودي الباردة أو الساخنة يعجز جزءا من السليكا بتأثير الادمصاص . وعندما يتفاعل ثاني أكسيد الكربون والبيكربونات الموجودين في الماء مع المغنسيوم تتكون كربونات مغنسيوم قابلة للذوبان بنسبة قد تصل الى ١٠٠ جزء في المليون ، وهذه تتفاعل مع الجير فيرسب ايدروكسيد المغنسيوم .

وليس مرغوبا اقتصاديا التخلص من جميع السليكا ، ولذلك يكتفى بخفض تركيزها في المياه الى ثلاثة أو ستة أجزاء في المليون ، تبعاً لنسبة المواد الصلبة الكلية في الماء ومدى حدوث التركيز أثناء تشغيل الغلاية . ومقدار الضغط المستخدم في الغلاية .

ومن طرق إزالة السليكا الحديثة طريقة تيسادل الاينيونات ، وفيها تستخدم مواد ادمصاص خاصة تستطيع إزالة حمض السيليسيك . وهذه الطريقة تتضمن أربع خطوات ، ففي المرحلة الاولى تمر المياه خلال عמוד تبادل الايدروجين ثم تمر في عמוד تبادل الاينيونات ومنه الى جهاز إزالة الغاز لطرد ثاني أكسيد الكربون المتولد من البيكربونات أثناء مرورها في عמוד الايدروجين تمهيدا لمرار المياه على مادة الادمصاص القاعدية في المرحلة الرابعة الاخيرة .

ويمكن تحويل السليكا الى حمض هيدروفلوروسيليسيك hydrofluosilicic بإضافة فلوريد الصوديوم ، ثم يزال الحامض بامرار المياه

خلال عامود تبادل أيون الايدروجين ومنه الى عامود تبادل الانيونات ومنه الى جهاز طرد الغاز . وهذا الحامض يمتاز على حمض السيليسيك بقدرته الكبيرة على التآين . ويدهى أن الصوديوم الناتج عن فلوريد الصوديوم سوف يزال في عامود تبادل أيون الايدروجين ، أما حامض الايدروفلوريك المتكون فيتحد مع السليكا مكونا حمض الهيدروفلوروسيليسيك الذى بدوره يزال في عامود تبادل الانيونات ومعه الزيادة من حمض الهيدروفلوريك وحمض الكبريتيك والايدروكلوريك الناتجين من الكبريتات والكلوريدات الموجودة أصلا في المياه . وتعتبر هذه الطريقة مكلفة وغير مرغوبة اقتصاديا نظرا لاستعمال كمية من فلوريد الصوديوم تزيد على ٢٤ جزءا في المليون لكل جزء سليكا يزال في المياه .

٦ - الزيت :

يمكن ازالة الزيت المختلط بالماء باضافة كبريتات الالومنيوم والقلوى لتجميعه ثم يرشح الماء خلال مرشح به مادة غير سليكونية مثل anthrafil وهذا المرشح يجب غسله بالماء backwashings على فترات كما يلزم غسله بمحلول صودا كاوية ساخن .

مياه التبريد :

المياه المستخدمة في التبريد يمكن معاملتها بطريقة الجير الباردة او بطريقة حامض الكبريتيك او بطريقة زيوليت الصوديوم . وتتلخص طريقة الحامض في اضافة حامض كبريتيك الى المساء لتحويل البيكربونات الى كبريتات ذائبة فيمتنع تكون رواسب في مياه التبريد . وتوقف كمية الحامض المضافة على تركيب المياه ودرجات الحرارة المستخدمة وعدد مرات استخدام المياه في التبريد . وعندما تستختم المساء في التبريد ثم في الغلاية فالشائع هو معاملتها بطريقة زيوليت الصوديوم . كذلك المياه المحتوية على نسبة مرتفعة من البيكربونات يفضل معاملتها بطريقة الجير

الباردة ثم بطريقة الزيوليت . وفى حالة تكرار استخدام المياه فى عمليات التبريد يمكن معاملة هذه المياه بأحدى الطرق الثلاث سائلة الذكر ، أما استعمالها مرة واحدة وبمدها تهمل المياه فيقتضى معاملة المياه بطريقة حامض الكبريتيك أو بطريقة الجير الباردة . وفى هذه الطريقة الباردة يلزم إضافة الجير بكمية تكفى لخفض القلوية الناشئة عن الكالسيوم الى حوالى ٣٥ جزء فى المليون . ولا توجد حاجة ملححة الى فصل المنسيوم نظرا لأن كربونات المنسيوم تذوب بنسبة ١٠٠ جزء فى المليون تقريبا ولن تتكون رواسب فى حالة استخدام المياه للتبريد مرة واحدة فقط ، كما أنه فى حالة الاستخدام مرة واحدة لا توجد ضرورة لازالة الصخر الناشئ عن وجود أملاح غير الكربونات . وليست هنالك ضرورة لازالة ثاني اكسيد الكربون الناتج من تفاعل حامض الكبريتيك المضاف مع البيكربونات فى المياه اذا كانت هذه المياه لن يعاد استخدامها .

مواصفات المياه المستخدمة فى التصنيع الفولاذي :

يشترط فى المياه المستخدمة فى تصنيع الاغذية أن تكون صافية وعديمة اللون والرائحة والطعم وخالية من الحديد والمنجنيز ومقبولة بكتريولوجيا بدرجة تماثل مياه الشرب . وفى القاتون الأمريكى يجب ألا تزيد العكارة فى المياه المستخدمة فى مصانع الاغذية عن عشرة أجزاء فى المليون (مليسا) . ولا تزيد درجة اللون عن عشرين جزءا فى المليون (كوبلت) ، ولا تزيد نسبة كل من الحديد والمنجنيز عن عشر جزء فى المليون .

وهناك اشتراطات أخرى يلزم توفرها فى المياه المستخدمة فى صناعات معينة . وفى صناعة الخبيز يفضل احتواء ماء العجن المستخدم لصناعة الخبز الافرنچي على قدر من أملاح الكالسيوم ، ولهذا قد يضاف الى المياه الفقيرة فى أملاح الكالسيوم قدرا من كبريتات الكالسيوم أو مزيجا من بعض الاملاح . وقد ثبت أن هذا الكالسيوم ينشط نمو الخميرة ،

بمكس أملاح المنسيوم • ويجب في هذه الحالة التحكم في الحموضة القلوية pH للمياه • وما ينطبق على مياه صناعة الخبز لا ينطبق على مياه صناعة الكيك والبسكويت الجفاف ، اذ في هذه الحالة الاخيرة يفضل استخدام مياه خالية تماما من العسر للحصول على كيك وبسكويت متجانس وجيد الصفات • والمياه المستخدمة في نظافة المخابز يجب أن تكون يسرة •

والمياه المستخدمة في صناعة المياه الغازية يجب أن تكون منخفضة القلوية ، نظرا لأن القلوية الشديدة تعادل بعض مكونات الشراب الاساسي وتلف الفاكهة • فالقلوية المناسبة في صناعة المياه الغازية يجب أن تكون بين ٥٠ ، ١٠٠ جزء في المليون محسوبة في صورة كربونات كالسيوم • وتخفض القلوية عادة باضافة الجير والشب أثناء ازالة العسر بطريقة الجير الباردة • والمراحل الاربع التي تمر بها المياه المستخدمة في صناعة الفازوزة هي مرحلة اضافة الجير والشب والهيبي كلوريت ، ومرحلة ازالة العسر بطريقة الجير الباردة ، ومرحلة الترشيح خلال الرمل ، ومرحلة الترشيح خلال الكربون المنشط • وتفضل معظم مصانع المياه الغازية تركيب مرشح رمل وفحم منشط به مجمع للرواسب على مورد مياه الشرب المراد استعمالها في صناعة الفازوزة ضمانا لمنسج العكارة ونواتج تآكل مواسير المياه والمواد المكسية للطعم والرائحة من الوصول الى المياه الغازية • وفي طريقة ازالة العسر باستخدام المواد العضوية لتبادل الكاتيونات واعمد الايدروجيني ، يمكن خفض القلوية بجزء جزء من المياه غير المعاملة بكمية المياه المارة خلال عامود الايدروجيني لمعادلة الحمض وجعل المياه قلوية قليلا • ويلزم تحاشي تلوث المياه الغازية بالاحياء الدقيقة عن طريق الشراب الاساسي أو الزجاجات أو الفطاعات أو الجو • وهذه المياه المستخدمة في صناعة الفازوزة يجب تخليصها من المتنجيز والحديد ان وجدا ، وذلك بالتهوية أثناء ازالة العسر بطريقة الجير الباردة ، كما يزال كبريتور الايدروجيني بالتهوية وبالكلور أو بالكلور فقط • والمياه المستخدمة في النقع وغسيل الزجاجات والنظافة يجب أن تكون يسرة تماما •

وفي صناعة البيرة ذات اللون الباهت يفضل احتواء المياه على درجة

مرتفعة من العسر الناشئ عن وجود كبريتات الكالسيوم ، وكذلك يلزم أن تكون المياه قلوية قليلا . وللوصول الى درجة العسر المطلوبة قد يستلزم الأمر اضافة قليل من كبريتات الكالسيوم وكلوريد الصوديوم الى الماء . والمياه المستخدمة في غسيل الزجاجات والبسترة يجب أن تكون خالية تماما من العسر لتعاشي تكوين رواسب على السطح الخارجى للزجاجات .

وفى مصانع التعليب يفضل استخدام مياه خالية من العسر تماما أثناء معاملة البسلة والفاصوليا والعدس للمحافظة على قوام هذه المواد . وهذا اليسر التام ليس ضروريا عند تعليب الأغذية الحمضية وبعض الأغذية الأخرى ، إلا أن الشائع فى مصانع التعليب التى تعبئ بسلة أو فاصوليا ضمن انتاجها أن تعامل المياه بطريقة الزيوليت للحصول على ماء يسر تماما يستخدم فى تعبئة كافة المنتجات . والماء المستخدم فى التعقيم يجب أن يخلو تماما من عسر البيكربونات والكربونات لتعاشي تكوين رواسب على العبوات خصوصا الزجاجية منها . ويجب تعاشي ارتفاع قلوية الصوديوم فى مياه التعقيم أيضا لتعاشي التأثير على مظهر العلب الصفيع . والمياه المستخدمة فى نظافة مصانع التعليب يجب أن تكون على درجة الصفر من العسر ، أما مياه الغلابة فيلزم أن تكون يسرة أيضا .

وفى التهيئة الطازجة للفاكهة وجد أن ازالة عسر مياه الفسيل يساعد على ازالة الأتربة وتحسين المظهر .

وقد لوحظ عمليا أن درجة العسر فى المياه تؤثر بدرجة واضحة فى صفات منتجات الخبز المحلاة .

وفى مصانع الألبان تستخدم مياه يسرة تماما فى غسيل الزجاجات والعلب وفى النظافة العامة . وعادة يضاف لهذه المياه مواد مطهرة مثل مركبات الامونسيوم الرباعية . وتعتبر المياه العسرة غير صالحة لأعمال النظافة نظرا لأنها تكون رواسب فى المراسير والمضخات عند اتحادهها بالمحاليل القلوية . ومياه الغلابة يلزم أن تكون يسرة تماما . ويجب

الحفاظة على المياه لمنع اكتسابها طعما ورائحة وأحياء دقيقة عن طريق الزبد أو الجبن .

وفي صناعة التقطير تستخدم مياه الشرب الصادية في مرحلة الاستخلاص . ويمكن إزالة عسر الماء ليستخدم في تبريد المكثفات أولا وبمائها يستخدم في الغلاية . وفي المشروبات الكحولية يفضل إضافة الماء المقطر أو الماء المزال منه الأملاح بدلا من ماء الشرب العادي الذي ترسب منه الأملاح في المشروب الكحولي .

وفي صناعة الجيلاتين يفضل خفض نسبة الرماد لأنها تؤثر بوضوح في لزوجة وقدرة محلول الجيلاتين ، ولذلك تستخدم في الصناعة مياها أزيلت أملاحها . وتستخدم في الغلاية مياه يسهة .

وفي صناعة البكتين والأحماض العضوية يلزم إزالة الرماد أو خفضه الى أقصى حد ممكن . وتستخدم اعمدة تبادل الكاتيونات الأيدروجينية في تحويل بكتات الكالسيوم أو سترات الكالسيوم أو أملاح الكالسيوم المستخرجة من الفواكه الحمضية الى أحماض .

وفي مصانع تعبئة اللحوم تستخدم طريقة الزيوليت في معاملة مياه الغلايات والتبريد والنظافة . وقد لوحظ أن إزالة عسر المياه المستخدمة في غسيل اللحوم الملحة يؤدي الى تحسين لونها . وكثيرا ما تعتمد هذه المصانع الى معاملة المياه بالترشيح أو بأعمدة تبادل الكاتيونات العضوية أو بطريقة الجير والصودا الساخنة أو بوسائل إزالة الحديد .

وفي صناعة النشا لوحظ أن المياه العسرة تسبب ارتفاع نسبة الرماد في النشا ، كما أن الحديد أن وجد في المياه يؤثر في لون النشا ويسبب التجهيز بعض المتاعب في صناعة النشا ويؤثر في لون غسل الجلو كوز . لذلك تعامل المياه في مصانع النشا بطريقة الزيوليت

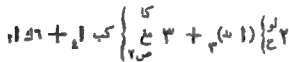
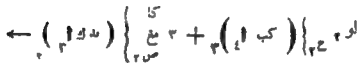
وبالمرشحات وبوسائل ازالة الحديد ، كما تعامل مياه الغلاية بطريقة
الجير والصودا الساخنة •

وفي مصانع تكرير السكر وجد ان الالكترونات تسبب انخفاض
محصول السكر بسبب تحويل جزء منه الى سكر معول ، ولذلك يراعى
تحاشي استعمال المياه المالحة في التصنيع • وعادة تعامل المياه في مصانع
السكر بطريقة الزيوليت ، كما قد تستخدم المرشحات • وفي صناعة غسل
المابل في الدول الاجنبية يستفاد من اعمدة تبادل الكاتيونات في ازالة
الشوائب الضارة مثل الرصاص •

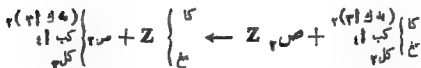
وفي صناعة المستحضرات الفيتامينية تستخدم مواد تبادل
الكاتيونات بكثرة •

التفاعلات في تنقية المياه :

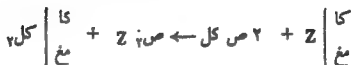
تفاعلات التجميع :



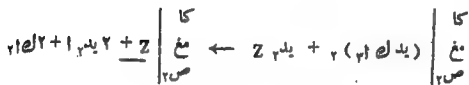
تفاعلات تبادل الصوديوم :



تفاعلات تبادل الصوديوم والاعادة : Regeneration



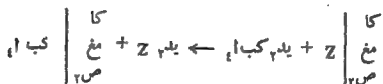
تفاعلات عامود الايدروجين مع البيكربونات :



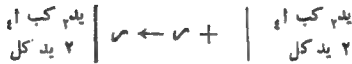
تفاعلات عامود تبادل الايدروجين مع الكبريتات والكلوريدات :



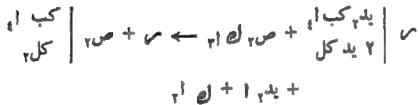
تفاعلات اعسة تبادل الايدروجين والاعادة :



تفاعلات امتصاص الحامض :



تفاعلات امتصاص الحامض والاعادة :



تفاعلات ازالة السليكا بالتبادل :

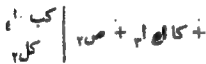
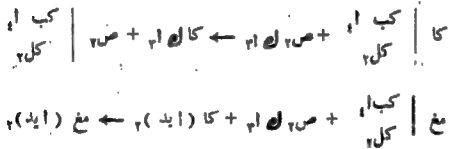
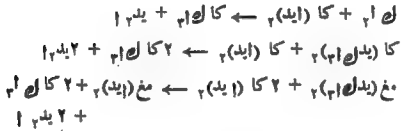
(ا) بدون اضافة فلوريد :

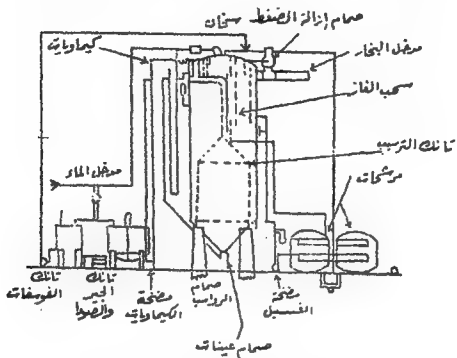


(ب) باضافة فلوريد :

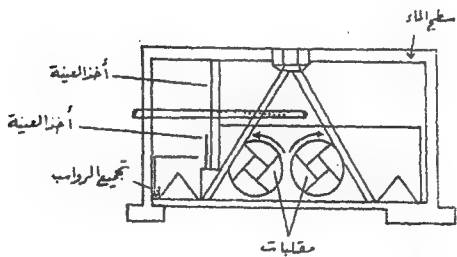


تفاعلات الجير والصودا :





طريقة الجير والصودا الساخنة



طريقة الجير والصودا الباردة

الفصل الثاني

اللبين وسنجرانه

بدأ استعمال الانسان للالبان الحيوانات المستأنسة منذ عام ٨٠٠٠ قبل الميلاد تقريبا ، الا أن تصنيع الألبان لم يحظ بعناية الشعوب الا في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر ، ورغم انتشار الألبان كغذاء آدمي منذ حوالي ستة آلاف سنة . وقد ساعد اختراع سبل التبريد وتقديم وسائل النقل وتفهم الوسائل الصحية على تركيز انتاج الألبان في المزارع ونقل اللبن الى مسكان المدن . وأول مصنع للجبن أنشأته الولايات المتحدة الأمريكية كان في مدينة نيويورك عام ١٨٥١ ، أما أول مصنع للفحسة فأنشئ أثناء الحرب الأهلية . وقد زاد الاهتمام بانتاج اللبن الى الحد الذي جعله يمثل حوالي ١٧ ٪ من الدخل الزراعي في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٣٩ . وتمثل منتجات الألبان حوالي سدس كمية الطعام اليومي الذي يتناوله الفرد الأمريكي . وهناك نواتج ثانوية للبن ، من بينها الكازين واللكتوز وحمض اللكتيك ، تستخدم في افراض صناعية متعددة.

ويعرف اللبن بأنه الافراز الكامل لغدد ثدى البقرة أو الأبقار السليمة صحيا ، باستبعاد الافراز خلال الخمسة عشر يوما السابقة للولادة والخمسة أيام التالية لها . وعندما يؤخذ اللبن من مصادر أخرى بخلاف البقر يلزم تحديد المصدر ، فيقال لبن الجاموس أو لبن الغنم أو اللبن الآدمي مثلا .

الخواص الطبيعية للبن :

يعتبر اللبن محلولاً مائياً للأملاح واللكتوز واللاكتو البومين ينتشر فيه الدهن وبعض الليبيدات الأخرى في صورة مستحلب ، كما تنتشر فيه البروتينات وفوسفات الكالسيوم في صورة غروية . وهذه المكونات هي التي تحدد الخواص الطبيعية والكيمائية للبن .

وأهم خواص اللبن الطبيعية هي :

١ - المظهر والرائحة والطعم :

للبن صفات مميزة من وجهات المظهر والرائحة والطعم ، وهذه الصفات تتأثر بطروف تغذية الحيوان . ويعتبر اللون الأبيض الساجي للبن ناشئا عن انعكاس الضوء بتأثير الدهن والبروتين المنتشرين على حالة غروية في اللبن . وعندما يظهر لون مائل للزرقة فهذا يضى أن اللبن قد أضيف إليه الماء أو نزع منه بعض الدهن . وللبن طعم مميز يميل للحلاوة الخفيفة ، وهذا الطعم المألوف عرضة للتأثر .

٢ - ضغط الخثرة :

عندما تقطع خثرة اللبن بالسكين تتعرض السكين لقدر من المقاومة يعبر عنه بالاصطلاح ضغط الخثرة *curd tension* ، وهذه المقاومة تتراوح بين ٦٠ ، ٢٥٠ جراما . وينخفض مقدار هذا الضغط الى صفر - ٣٠ جراما في الخثرة اللينة المتكونة في اللبن المجنس بتأثير البيبسين وحمض الكلورديك .

٣ - حجم حبيبات الدهن :

يتراوح حجم حبيبات الدهن في اللبن الخام بين عشر وعشرة ميكرونات بمتوسط قدره حوالى ثلاثة ميكرونات . أما عدد الحبيبات في المليلتر فيتراوح بين ٢٥٠٠ الى ٥٠٠٠ مليون . وكلما ارتفعت نسبة الدهن في اللبن كلما زادت نسبة الحبيبات الكبيرة . وعموما يتأثر حجم حبيبات الدهن بسلالة الحيوان وبمرحلة الادوار وبطبيعة العليقة وبمدى الرزج وبدرجات التجمد ، فلبن الماعز به حبيبات ذهن صغيرة الحجم بكمية تفوق ما يوجد في لبن البقر ، كما أن حجم الحبيبات يصغر بتقدم مرحلة الادوار . وبديهي أن استخراج القشدة من اللبن يكون أسهل في حالة كبير حجم حبيبات الدهن .

٤ - تكوين القشرة :

ترتفع حبيبات الدهن في اللبن الى أعلى بتأثير انخفاض وزنها النوعي مقارنة بسيرم اللبن . ويساعد اللاكتو جلوبيولين الموجود في سيرم اللبن على تماسك حبيبات الدهن ، ويساعد في ذلك أيضا الشحنة الكهربائية الموجودة على حبيبة الدهن . وهناك اعتقاد أن حبيبات الدهن يوجد عليها أجولتين agglutinin الذي يؤثر في التحام الحبيبات .

٥ - الالتصاق وازدياد الحجم :

ترجع قدرة اللبن على الالتصاق الى وجود الكازين به ، وتزداد هذه القدرة بانخفاض درجة حرارة اللبن . كما أن اللبن يزداد حجمه بارتفاع درجة الحرارة فوق ٤° مئوية ، ويعود الحجم للنقصان بانخفاض درجة الحرارة .

٦ - الوزن النوعي :

تعتبر الكثافة density عن كتلة الحجم ، بينما الكثافة النسبية تعرف بالوزن النوعي specific gravity ولا كان الماء يستخدم للمقارنة عادة ، لذلك يعرف الوزن النوعي بأنه النسبة بين وزن حجم معين من المادة ووزن حجم مماثل من الماء على درجة حرارة ١٥° أو ٢٠° مئوية .

ويقدر الوزن النوعي بطريقة قنينة الكثافة pycnometer أو بميزان وستفال Westphal Balance أو بالاندرومتر hydrometer . وتعتبر طريقة قنينة الكثافة أكثر الطرق دقة . وفي هذه الطريقة تجفف القنينة وتملأ بالسائل وتوزن ، وينسب الوزن الى وزن القنينة المستلثة بالماء ، مع مراعاة درجة الحرارة وضبط حجم السائل . وفي طريقة ميزان وستفال يغمر الغاطس الزجاجي glass sinker في السائل وتوازن قوة الدفع بالانقال المناسبة ، ويكرر ذلك مع الماء لينسب الوزنان الى

بعضهما • وعادة يكون الميزان مدرجا بحيث يقرأ الوزن النوعي للسائل مباشرة مقارنة بالماء على درجة حرارة معينة • وفي طريقة الايدرومترات يترك الايدرومتر المكون من ساق زجاجية مدرجة لقراءة الوزن النوعي ذات ثقل في أسفلها يطفو حرا في السائل بعيدا عن الجدران والقاع ، وتؤخذ قراءة الساق عند سطح السائل الأفقي ، وتصحح هذه القراءة تبعا لاختلاف درجة الحرارة • وتوجد جداول خاصة تحدد العلاقة بين قراءة الايدرومتر وبين تركيز بعض المكونات • والايدرومترات هي الأكثر استعمالا في مصانع الألبان •

الخواص الطبيعية الكيميائية للبن :

يعتبر اللبن مخلوطا معقدا غير متجانس به أيونات أملاح قوية وايونات أملاح ضعيفة وأملاح وأمفوليتات كالبروتينات ومركبات غير الكتروليتية كالدھون وبعض الليبيدات الأخرى • وأهم هذه الخواص ما يلي :

١ - الحموضة الفعلية :

يكون اللبن الطازج أمفوتيريا يحول لون صبغة عباد الشمس من الأحمر الى الأزرق ومن الأزرق الى الأحمر ، ويرجع ذلك الى وجود البروتينات التي تكون أمفوتيرية عند حموضة فعلية قدرها ٦.٦ pH وعادة يتراوح رقم pH في الألبان بين ٦.٣ ، ٦.٧ •

٢ - الحموضة الكلية :

تحتسب حموضة اللبن الفعلية في صورة حامض لكتيك كنسبة مئوية بقسمة عدد ملليترات ايدروكسيد الصوديوم العشر أساسى اللازمة لتغيير لون الفينولفثالين في ١٧.٦ ملليترا من اللبن على ٢٠ • وتتراوح الحموضة الكلية في اللبن بين ١٠.٠ ، ٢٢.٠ ٪ بمتوسط قدره ١٥.٠ الى ١٦.٠ ٪ • وهذه الحموضة الكلية سببها الكازين والفوسفات ، كما يؤثر

فيها بقلة ثاني أكسيد الكربون والسترات والالبومين . والمسروف أن اللبن الطازج لا يحتوى على حامض لكتيك .

٣ - التجمع :

يتجمع اللبن بتأثير انزيم الرنين أو الحرارة أو حامض اللكتيك الذي تنتجه البكتريا القادرة على احداث تخسر للكتوز . ويملأ تأثير الحرارة على تجميع اللبن بقدرة الحرارة على تغيير تركيب البروتين **denaturation** ثم مقدرة البروتينات على التجلت **agglutination** . ويعتبر الغشاء **skin** الذى يتكون على سطح اللبن عند تسخينه مظهرا من مظاهر التجمع .

تركيب اللبن :

يتكون اللبن من ثلاثة اجزاء رئيسية وهى الزبد والكازين والكتوز . وزبد اللبن عبارة عن خليط من جلسريدات ثلاثية للأحماض الدهنية التالية : الأوليك والپالميتيك والميرستيك والاسيتياريك والبيوتريك والكابرويك والكابريليك واللوريك والستاريك والديسينويك والتتراديسينويك والهكساديسينويك والأراشيدونيك . ويوجد مع الدهن الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون والكوليستيرول والزانتوفيل والفوسفوليبيدات والكيفالين والليسيثين . وبروتين اللبن يخشى على كازين ولاكتو البومين ولاكتو جلوبيولين ، ويوجد فى هذا البروتين جميع الاحماض الامينية الضرورية . والكرىوايدرات فى اللبن عبارة عن لاكتوز يعرف باسم سكر اللبن . ومعادن اللبن يدخل ضمنها الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والفوسفور والكلور والكبريت والمغنسيوم والنحاس والحديد والزنك والمنجنيز واليود والكريونات . وفيتامينات اللبن عبارة عن فيتامين ا وكاروتين وثيامين وحمض أسكوربيك وفيتامين د ، هـ وريبوفلاين ونياسين وحمض بانتوثنيك وبيريدوكسين . والانزيمات الموجودة فى اللبن هى الفوسفاتيز والأميليز والليباز والكتاليز

والبيروكسيدين والجالاكتيز والرديكتيز . وقد يسبب الليبين تغيرا في
نكهة اللبن ، اما الفوسفاتيز فيستخدم كوسيلة للتعرف على بستره
اللبن . والمواد المضوية الموجودة في اللبن هي حامض الستريك وحامض
اللكتيك والكرياتين واليوريا والكرياتين والكولين . بالإضافة الى ما سبق
ذكره . والفازات الموجودة في اللبن هي ثنائي اكسيد الكربون والأكسجين
والنتروجين . والمجدول التالي يوضح تركيب اللبن :

المكونات	حد أقصى	حد أدنى	متوسط
ماء	%	٩٠	٨٧.٣
دهن	%	٧.٨	٣.٦٧
كازين	%	-	٢.٨٦
البومين	%	-	٠.٥٦
بروتين كلى	%	٤.٥	٣.٤٢
لكتوز	%	٦.٠	٤.٧٨
رماد	%	٠.٩	٠.٧٣
جوامد كئيقة	%	١٨.٠	١٢.٦٩
جوامد غير دهنية	%	١٠.٦	٨.٧٧

والنسبة المثوية للمعادن في رماد اللبن تتراوح بين ١٤.٦ - ٢٣.٩
للبوتاسيوم ، ١٤.٢ - ٢٠.٥ للكالسيوم ، ١.٩٣ - ٨.٢ للصوديوم ،
٠.٧٢ - ٣.٠١ للمغنسيوم ، ٠.٣٥ - ٢.٨٠ للحديد ، ٩.٤٤ -
١٢.٨ للفوسفور ، ١.٢٢ - ١.٦٤ للكلور ، ١.٥٣ - ٢.٤٦ للكبريت .

وفيتامينات اللبن تتأثر الى حد كبير بحالة التغذية وبمدى التعرض
لأشعة الشمس . والمجدول التالي يوضح نسب الفيتامينات في اللبن .

اللبن	١ ٢ ٣ ٤			
	بالوحدات		شهران	٥
لبن كامل	١٦٥	٢٠	٦٠	٠
» » تغذية جافة	٨٠	٢٠	٣٠	١
» » عليقة خضراء	٢٥٠	٢٠	٦٠	٣
» » مجفف	-	١٥٠	٥٠٠	٠
لبن فورز مجفف	٢٠	١٨٠	٦٢٥	-

ويحتوى اللبن داخل الضرع على بكتريا بمعدل ٥٠٠ خلية فى السنتيمتر المكعب ، ويزداد هذا العدد فيصبح حوالى ٣٠٠٠ بعد الحليب مباشرة نتيجة للتلوث من الجو أثناء اجراء عملية الحليب تحت ظروف صحية ، أما الحليب تحت ظروف غير نظيفة فيرفع عدد البكتريا بدرجة باهظة نتيجة للتلوث من الضرع وجسم الحيوان وأيدى العمال وأدوات الحليب والجو . ويوجد قليل من الخمائر والفطريات فى اللبن .

ويتأثر تركيب اللبن بسلالة الحيوان وموسم الحليب وفترة الحليب اليومية وعمر الحيوان وطول مدة الادرار وحالة التغذية وطول الفترة بين اوقات الحليب ، بل ان الجزء الأول من اللبن قد يختلف فى تركيبه عن الجزء الآخر من اللبن المحلوب فى نفس عملية الحليب الواحدة . وتعتبر السلالة هى أهم العوامل المؤثرة فى تركيب اللبن . فنسبة الدهن فى لبن إبقار الجرسى والأيرشير مرتفعة عنها فى لبن الشورتهورن مثلاً ، ونسبة الجوامد الكلية فى لبن إبقار الجرسى والجرنسى مرتفعة عنها فى لبن الشورتهورن والأيرشير . وفى أمريكا لوحظ أن اللبن يكون أكثر دسماً خلال فصل الحريف وبداية الشتاء عنه خلال الربيع وبداية الصيف . وباتجاه الحليب مساء يتحصل على لبن أغنى مما يحلب فى الصباح . وفى بداية الحليب يكون اللبن أفقر منه فى نهاية الحليب . وترتفع نسبة

الدهن في اللين عقب التغذية على عليقة غنية جدا في الدهن • اما اليود في اللين فتتأثر نسبته بسرعة بمقدار اليود في غذاء الماشية • وكلما زاد حجم اللين الذي تصليه الماشية كلما قلت محتوياته من المواد الصلبة الكلية • أى كلما انخفض مقدار الطاقة للجوامد الكلية في وحدة الوزن من اللين • ويوضح الجدول التالى تأثير السلالة على تركيب اللين :

سلالة الحيوان	النسبة المئوية			
	الدهن	البروتين	الليكتوز	الرماد
جرسى	٥٣٧	٣٩٢	٤٩٣	٠٧١
شورتهورن	٣٩٤	٣٣٢	٤٩٩	٠٧٠

سلالة الحيوان	النسبة المئوية			
	المواد الصلبة الكلية	ماء	جوامد غير دهنية	نسبة اذنه الى الجوامد غير الدهنية
	١٤٩١	٨٥٠٩	٩٥٤	١ : ١٧٨
	١٢٨١	٨٧١٩	٨٨٧	١ : ٢٢٦

وتوجد علاقة ثابتة بين نسبتي الدهن والبروتين ، وهذه العلاقة وضمها الباحثون في صورة معادلات بعضها كما على :

$$\text{البروتين } \% = ١٤٦ + ٠٤ \cdot (\text{الدهن } \%)$$

$$\text{البروتين } \% = ٢٠ + ٠٤ \cdot (\text{الدهن } \%)$$

$$\text{البروتين } \% = ٢٧٨ + ٠٤٢ \cdot (\text{الدهن } \%)$$

كما وجنت علاقة بين الدهن والبروتين والطاقة ، باعتبار جرام الدهن يوازي ٩ر٢٣ سعرا وجرام البروتين ٧ر٥ سعرا وجرام اللكتوز ٤ر٤ سعرا . وقد وجد أن اللبن المحتوى على ٤٪ دهنا يعطى طاقة قدرها ٣٤١ سعرا للرطل أو ٧٥٠ سعرا للكيلو جرام . ويمكن توضيح العلاقة بالجدول التالي :

دهن٪	بروتين٪		الطاقة محسوبة
	حسابيا	عمليا	
	بالسعرات للرطل		
٣٠	٣٠٧	٣٢٠	٢٩٠
٣٥	٣٣٩	٣٤٠	٣١٥
٤٠	٣٥٤	٣٦٠	٣٤١
٤٥	٣٨٣	٣٨٠	٣٦٧
٥٠	٤٠٢	٤٠٠	٣٩٢
٥٥	٤١٨	٤٢٠	٤١٨
٦٠	٤٣٠	٤٤٠	٤٤٣
٦٥	٤٦٣	٤٦٠	٤٦٩
٧٠	٤٩١	٤٨٠	٤٩٤

ولذلك فنسبة الدهن في اللبن تعتبر دليلا على نسبة البروتين والقيمة الحرارية ، وذلك باعتبار نسبة اللكتوز ثابتة تقريبا .
وانتغيرات التي تطرأ على نسبة الجوامد غير المذابة بتأثير العوامل المؤثرة في تركيب اللبن تعتبر بسيطة وتقدر بزيادة حوالى ٠ر٤ ٪ كلما زادت نسبة الدهن حوالى ١ ٪ .

وترتفع نسبة اللكتوز وتنخفض نسبتا البروتين والرماد في اللبن الآدمي عنها في اللبن البقري . وتبلغ نسبة البروتين غير الكازيني الى البروتين الكازيني في اللبن الآدمي حوالى أربعة أمثال النسبة في اللبن

البقرى ، كما ترتفع نسبة النتروجين غير البروتينى الى نتروجين الكازين
فى اللبن الآدمى الى حوالى ١٣ مرة قدر النسبة فى اللبن البقرى •

درجات اللبـن :

وضعت معظم الدول المتقدمة مواصفات للبن يقصد حماية المستهلك •
درجات اللبن فى القانون الأمريكى هى :

١ - لبن خام درجة ١ : وهو اللبن الحام الذى لا يزيد فيه عدد
البكتريا عن ٥٠ر٠٠٠ فى السنتيمتر المكعب باحتساب الكتل clumps
او ٢٠٠ر٠٠٠ خلية بكتيرية ولا تقل مدة الاختزال reduction time
عن ثمانى ساعات، وعندما يعد هذا اللبن للبسترة تصبح الأرقام ٢٠٠ر٠٠٠
٨٠٠ر٠٠٠ ، ٦ ساعات ، مع مراعاة الاشتراطات الصحية فى انتاج هذا
اللبن •

٢ - لبن خام درجة ب : وهو لبن به مليون بكتريا على الأكثر فى
السنتيمتر المكعب باحتساب الكتل او أربعة ملايين خلية ولا تقل مدة
الاختزال عن ٣ر٥ ساعة •

٣ - لبن خام درجة ج : وهو لبن خام مخالف للمواصفات التى
حددت للدرجة ب •

٤ - لبن مبستر درجة ١ : وهو اللبن الحام درجة ١ المبستر والمبرد
والمعبأ تحت ظروف صحية ولا تزيد به البكتريا بعد بسترة حتى توريده
عن ٣٠ر٠٠٠ فى السنتيمتر المكعب ، ويجب تغطية عبواته بغطاءات سليمة
وحفظه مبردا على درجة حرارة تقل عن ٥٥° فهرنهايت حتى يحين موعد
التسليم •

٥ - لبن مبستر درجة ب : وهو لبن خام لا تقل درجته عن ب

وأجريت بسترة فاصبيح عدد البكتريا به لا يزيد على ٥٠.٠٠٠ في
السنتمتر المكعب

٦ - لبن مبستر درجة ج : وهو لبن مبستر مخالف في مواصفاته
لبن المبستر درجة ب

اللبن المبستر :

يعرف اللبن المبستر بأنه اللبن الذى تعرضت جميع أجزائه الى
درجة حرارة لا تقل عن ١٤٣° فهرنهايت لمدة لا تقل عن نصف ساعة أو
لدرجة لا تقل عن ١٦٠° فهرنهايت لمدة لا تقل عن ١٥ ثانية . وفى بعض
النسب يبستر اللبن بتعريضه للحرارة على درجة ١٤٥ - ١٥٠° فهرنهايت
لمدة نصف ساعة وبعدها يبرد اللبن تبريداً مفاجئاً لحفظ درجة حرارته
الى ٥٥° فهرنهايت . كذلك قد يبستر اللبن بالطرق الأخرى المعروفة
باسماء

flash pasteurization high temperature pasteurization
high temperature short time pasteurization
stassanization retarder type low temperature
pasteurization holder type pasteurization

ولا تؤثر البسترة في نكهة اللبن وقيمتة الغذائية تأثيراً ملحوظاً .
فقط يلاحظ انخفاض طفيف في نسب فيتامينى ج . ب١ واليود .
وبالإضافة لطول مدة الحفظ بتأثير البسترة فهذه المعاملة تجعل اللبن
أسهل هضمًا لدى الأطفال . وبديى أن البسترة توفى عن نشاط الانزيمات .

اللبن التنظيف :

عندما تؤخذ كافة الاحتياطات الصحية أثناء انتاج اللبن بحيث
ينخفض عدد البكتريا فيه الى حد كبير يطلق على هذا اللبن فى القانون
الأمريكى اسم اللبن التنظيف certified milk وقد يبستر هذا اللبن ويبرد

ويباع في زجاجات فيصبح مطابقا لمواصفات اللبن درجة ١ ويسمى
• certified milk-pasteurised.

اللبن المدعم بفيتامين د :

عندما يضاف فيتامين د الى اللبن يشترط أن يتم ذلك بطريقة وبكمية
مطابقة للتشريعات الغذائية . وقد ارتفعت نسبة اللبن المدعم بفيتامين د
في الدول المتقدمة . وقد ترفع نسبة فيتامين د في اللبن بتمريضه
للأشعة فوق البنفسجية لتحويل الكوليستيرول الى فيتامين د ، ويسمى
في هذه الحالة باللبن المعامل بالأشعة irradiated milk . وأحيانا تغذى
الأبقار على خبيرة معاملة بالأشعة فوق البنفسجية تحتوي على
الأرجوستيرول ، ويسمى اللبن metabolized vitamin D milk . وقد
يضاف مستحضر فيتامين د بنسبة ٤٠٠ وحدة U.S.P. لكل ربع quart
ويسمى اللبن fortified vitamin D milk . وهذا المستحضر عبارة
عن زيت كبد الحوت أو غيره من بعض الأسماك الأخرى ، أو أوجوستيرول
معامل بالأشعة ومضاف على هيئة مستحلب في زيت نباتي أو في لبن
مبخر أو في قشدة كما قد يضاف مذابا في البرويلين جليكول .

اللبن المدعم بالفيتامينات :

أحيانا يدعم اللبن بمجموعة من الفيتامينات ، مثل أ ، ب١ ، ب٢ ،
ج ، د ، حمض النيكوتينك ، وبانتوفانات الكالسيوم ، ويطلق على اللبن
في هذه الحالة الاسم multivitamin milks .

اللبن المجنس :

يعامل اللبن ميكانيكيا بطريقة خاصة للتأثير على خواصه الطبيعية
خصوصا فيما يتعلق بحالة ومظهر حبيبات الدهن ، وهذا ما يعبر عنه
صناعيا بتجنيس اللبن . وهذه العملية تؤدي الى تصغير حجم حبيبات

الدهن مما يؤدي الى انتشارها بحيث لا يطفو منها شيء على سطح اللبن المخزن لمدة ٤٨ ساعة وتظل نسبة الدهن في المائة مليلتر من الطبقة السطحية للبن المعبأ في زجاجات سعة ربع quart لا تزيد على نسبة الدهن في بقية كمية اللبن المعبأ الا في حدود خمسة في المائة من الدهن مفردة بعد التأكد من اجراء عملية الرج الجيد . ويمكن استخدام عبوات بأحجام أخرى بشرط تحليل كمية من الطبقة السطحية للبن تتمشى مع حجم العبوة .

وتؤدي عملية التجنيس *Viscolization or Homogenization* الى تكسير حبيبات الدهن فيتعذر تجميعها بعد ذلك لتكوين طبقة من الفسدة . ويتحقق هذا التجنيس بامرار اللبن تحت ضغط مرتفع يتراوح بين الفين وأربعة آلاف رطل على البوصة المربعة خلال صمام ضيق يسهل التحكم في قطر فتحة لتضبط عند الحد المرغوب لحجم حبيبات الدهن . ويدهى أن هذا التكسير ينجم عنه زيادة مساحة سطوح حبيبات الدهن ، وهذا هو العامل الفعال في زيادة ثبات معلق اللبن ومنع ترسيب الدهن ، و تكوين القسدة . وفي بعض ماكينات التجنيس يمرر اللبن على سطوح مهنزة .

وعملية التجنيس شائعة الاستخدام في التصنيع الغذائي ، فهي معروفة في عمليات صناعة الجيلاتى و *cultured sour cream* و *cultured buttermilk* والقشدة المخفوقة و *whipped cream* و *cream cheese* و *process or pasteurized cheese* و المايونيز والمواد المضافة للسلطة *salad dressings* وحشو الفطائر وكريم حشو الحلوى وغيرها .

وتفيد عملية التجنيس في جعل اللبن أسهل هضما وتقليل او منع ظهور النكهة غير المرغوبة *copper-induced oxidized flavors* الا أن عملية التجنيس تسهل حدوث تغيير النكهة الناشئ عن حدوث

أكسدة في وجود ضوء الشمس sunlight-induced oxidized flavors. ولا يؤثر التجنيس في الحموضة الكلية أو الفعلية في اللبن . وبديهي أن عملية التجنيس تسهل توزيع اللبن بالأجهزة الميكانيكية دون حدوث تغيير واضح في تركيب دفعات اللبن . ومن أهم فوائد عملية التجنيس أنها تجعل خثرة اللبن أكثر نومة soft curd milk فيصبح اللبن أسهل هضما مما كان عليه وتصبح خثرته المتكونة بفعل العصارات الهضمية أكثر نومة وتكاد تتماثل مع خثرة اللبن الأدمى .

ومن وسائل اعداد اللبن ذى الخثرة اللينة أيضا تسخين اللبن على درجة حرارة تملو درجة البسترة ، وهذا التأثير الحرارى يفسر الليونة التى تطرا على خثرة اللبن المخلى واللبن المبخر . والمعروف أن بعض الأبقار تتميز على غيرها بليونة خثرة البانها ، ولذلك فتجميع قطيع من مثل هذه الأبقار يعتبر طريقة ناللة للحصول على اللبن لين الخثرة . أما الطريقة الرابعة فتتلخص فى تحميض اللبن بحامض ستريك ثم ترشيحه فى مرشح زيوليت لازالة حوالى عشرين فى المائة من الكالسيوم واحداث تصديل طفيف فى نسبتي الفوسفور وملح الطعام فى اللبن بسبب تبادل انقواعد . والطريقة الخامسة لتحضير اللبن لين الخثرة هى باضافة املاح صوديوم للمين فى صورة يروفوسفات او ميتافوسفات او سترات او هكساميتا فوسفات . والطريقة السادسة هى معاملة اللبن بانزيم بروتبوليتى كالترسين . والطريقة السابعة هى تمرير اللبن لذبذبات عالية للحصول على لبن يعسرف باسم sonic soft curd milk . ويتوقف اختيار أى من هذه الطرق على الناحية الاقتصادية .

اللبن التركيب :

يمكن مزج مكونات اللبن بالماء للحصول على لبن مطابق فى مواصفاته اللبن العادى ويسمى لبن تركيب reconstituted أو remade أو recombined أو reconstructed . وهذه المكونات المزوجة بالماء يمكن

الحصول عليها فى صورة مسحوق لبن كامل مجفف أو مسحوق لبن فرز مجفف أو قشدة أو لبن مبخر أو لبن مجمد أو مخلوط من أحد هذه المكونات مع زبد أو مسلى . وينطبق اسم اللبن التركيب على كل لبن تم الحصول عليه بغير طريق ادرار الماشية . وهذا اللبن التركيب يجب تجنيسه لتحاى حدوث ترسيب به .

اللبن المجمد :

يمكن تركيز اللبن خفض حجمه الى الثلث تقريبا ، ثم يبرد ويعبأ فى عبوات محكمة القفل ويجمد على درجة الصفر الفهرنهايتى بدون تعذيب ويخزن لمدة خمسة اسابيع تقريبا . بعدها يصهر ويعاد فى حالته الطبيعى باضافة الماء اليه . كذلك يمكن ان تسبق هذه اعمالات تسخين اللبن مدة نصف ساعة على درجة ١٥٥° فهرنيت او لمدة دقيقة واحدة على درجة ١٧٠° فهرنيت ، ثم تجنيسه تحت ضغط قدره ٢٥٠٠ رطل على ابوصة متربسة . فيساعد ذلك على اطالة مدة حفظ اللبن الى ثمانية اسابيع على درجة - ١٠° فهرنيت او اقل . ومن الممكن ايضا برير اللبن المجمد بالتجميد freeze-drying . وتلخص اهمية هذه المعاملة فى المحافظة على نكهة اللبن المجمد frozen milk بدرجة تفوق نكهة اللبن المكثف أو اللبن المبخر . ويبدو أن معاملة التجميد تسبب تغيراً فى صفات بروتين اللبن . كما أنها مرتفعة التكاليف .

القشدة :

تطفو القشدة cream على سطح اللبن بعد فترة من الزمن ، كما يمكن فصلها من اللبن بقوة الطرد المركزى . وأهم مكونات القشدة هو الدهن butter fat الذى يجب ألا تقل نسبته فى القشدة عن ١٨٪ . ويمكن اضافة قدر من اللبن الكامل أو اللبن الفرز الى القشدة . ويلاحظ أن تجنيس القشدة يجعل خفقا أكثر صعوبة . وترتفع نسبة الدهن من

ثلاثين في المائة على الأقل في القشدة المخفوقة الخفيفة light الى ٣٢ في المائة على الأقل في القشدة المتوسطة والى ٣٦ في المائة على الأقل في القشدة الثقيلة heavy .

وتتوقف نسبة الدهن في القشدة على نسبة الدهن في اللبن وسرعة الطرد المركزي المستخدم في فصل القشدة وسرعة انسياب اللبن ودرجة حرارة اللبن ووضع فتحة القشدة في جهاز الفراز وكمية الماء أو اللبن الفرز المستخدمة في فصل بقايا القشدة من الفراز . فنسبة الدهن في القشدة تمشي طرديا مع نسبة الدهن في اللبن ومع درجة اقتراب فتحة القشدة من المركز في الفراز ومع اتساع فتحة خروج اللبن الفرز من الفراز ومع سرعة الفراز ، بينما تكون العلاقة عكسية مع سرعة انسياب اللبن في الفراز ومع ارتفاع درجة حرارة اللبن .

وتحتوى القشدة الخفيفة على ٢٠٪ دهن، ٢٩٪ بروتين، ٤٪ لكتوز، ٠٫٦٪ رماد ، ٢٧٫٥٪ جوامد كلية ، ٧٢٫٥٪ ماء ، بينما القشدة الثقيلة تحتوى على ٣٦٪ دهن، ٢٣٪ بروتين ، ٢٪ لكتوز، ٠٫٥٪ رماد ، ٤٢٪ جوامد كلية ، ٥٨٪ ماء . وكلما زادت لزوجة القشدة كلما زاد اقبال المستهلك عليها ، غير أن درجة اللزوجة يمكن زيادتها عن طريق البسترة والتجيس . ويمكن حساب تركيب القشدة باستخدام المصادلة التالية التى بنيت على اساس احتواء القشدة على ٩٫٧ جزء جوامد غير دهنية مع كل مائة جزء من الماء :

$$\text{النسبة المئوية للدهن} = ١٠٠ - ٩٧ \times \text{النسبة المئوية للجوامد الكلية} - ٩٧٠$$

والقشدة الحمضية cultured sour cream تتميز بأحوائها على حموضة تزيد على ٢٪ محسوبة في صورة حامض لكتيك ، وتصح عادة بتلقيح القشدة بالبكتريا ، وتكون عادة بالغة الكثافة ومطاطة . والشائع هو تجميع القشدة الكثيفة وتخزينها مجمدة ، ثم تصهر القشدة وتمزج

بكمية كافية من اللبن الكامل أو اللبن الفرز المضاف اليه ماء حتى تنخفض نسبة الدهن في القشدة الى ١٨ - ٢٠ ٪ ، ثم تجنس القشدة تحت ضغط قدره ٢٠٠٠ - ٢٥٠٠ رطل على البوصة المربعة مع دفع الهواء في القشدة أثناء التجنيس بالقدر الذى يكفى لزيادة الحجم بما يقرب من عشرة فى المائة ، ويلى ذلك بسترة القشدة على درجة ١٧٠ - ١٨٠ ° فهرنهيت لمدة نصف ساعة ، وتبرد القشدة الى درجة حرارة الغرفة ، أى حوالى درجة ٥٧٠ فهرنهيت ، وتلقح ببكتريا حامض اللكتيك وتعبأ فى علب او برطمانات وتترك على درجة الحرارة العادية لمدة ١٢ - ٤٨ ساعة حتى تأخذ القشدة الحمضية قوامها المرغوب وتصل درجة الحموضة بها الى ٠.٦٠ - ٠.٦٥ ٪ . ثم تبرد القشدة الحمضية مباشرة الى درجة ٤٠ ° فهرنهيت ليتوقف نشاط البكتريا وازدياد الحموضة . ويراعى عدم تقليب القشدة الحمضية أثناء فترة التسوية .

والقشدة المطاطة *plastic cream* برغم احتوائها على نسبة مرتفعة من الدهن قد تصل الى ٨٢ ٪ الا أنها تختلف عن الزبد فى كون الأولى تحتوى على حبيبات الدهن منتشرة فى الماء بينما فى الزبد يكون الماء منتشرا فى الدهن ، كما أن القشدة المطاطة تكون متحببه . وتحضر القشدة المطاطة بالطرد المركزى العنيف الذى يضمن معه فصل حوالى تسعة اعشار السرم وجوامد السرم . وعادة تسخن القشدة العادية قبل معاملتها بالطرد المركزى لتحويلها الى قشدة مطاطة . وقد يبستر الناتج . وتفيد شدة الطرد المركزى فى ازالة القاذورات التى قد توجد فى القشدة . وكثيرا ما تستعمل هذه القشدة المطاطة فى صناعة جبن بالقشدة .

والقشدة المخفوقة *whipped cream* يفضل صنعها من قشدة غنية بالدهن ، لأن القشدة الخفيفة يصعب خفقا خصوصا اذا لم تكن مبسترة او معتقة . فالتعتيق يؤدى الى ارتفاع الحموضة قليلا . وهذا الحامض المتكون يؤثر فى الكازين واللاكتو - البومين فتزداد قدرة هذين البروتينين على اكتساب القوام الجيلاتينى اللازم لاحتجاز الهواء المنفدع فى القشدة أثناء

خفقا • ومن الممكن الاستمساكة عن عملية التعتيق بإضافة حامض اللكتيك الى القشدة بنسبة ١٠ - ٢٠٪ أو بإضافة سكرات الكالسيوم viscogen اذا كانت التشريعات الضدائية تسمح بذلك • والعوامل الأربعة المؤثرة في كفاءة عملية خفق القشدة هي كفاية نسبة الدهن التي يلزم أن تتراوح بين ٣٦ ، ٤٠٪ ، وتعتيق القشدة ، وبرودة القشدة أثناء عملية الخفق ، وسرعة التقليب • وهناك طريقة أخرى لصناعة القشدة المخفوقة وهي بدفع غاز أكسيد النتروز أو مزيج من أكسيد النتروز وثاني أكسيد الكربون في القشدة غير المعتقة • وهناك منتجات قريبة الشبه من القشدة المخفوقة تحضر بخفق مخاليط من مسحوق اللبن المضاف اليه مادة مثبتة كالجيلاتين أو الصمغ •

والقشدة المثبتة stabilized cream المعقمة تحضر بتسخين القشدة الى درجة التعقيم بأسرع ما يمكن ثم تبرد بمدة فترة قصيرة • وتتلخص الطريقة في ضبط حموضة القشدة الخفيفة عند ٠.١٥٪ والقشدة الثقيلة عند ٠.١٤٪ وإضافة الجينات الصوديوم الى القشدة والتسخين ابتدائيا ثم التعقيم على درجة ٢٦٠ - ٢٨٠ ° فهرنهايت لمدة تقل عن أربعة دقائق بعدها تجنس القشدة على مرحلتين أولاها تحت ضغط قدره ٢٠٠٠ رطل والثانية تحت ضغط قدره ٥٠٠٠ رطل مع الإبقاء على درجة الحرارة فوق ١٥٠ ° فهرنهايت ، وبذلك يمرر القشدة في أنابيب التبريد وتعبئتها في عبوات معقمة على درجة ٢٧٥ ° فهرنهايت داخل غرفة معقمة بها مصابيح أشعة فوق البنفسجية يدخلها هواء مرشح •

والقشدة التركيب recombined or reconstituted cream

تحضر بمزج مسحوق القشدة والزبد أو المسلى واللبن مع اللبن الفرز أو الماء •

الزبد :

تخض القشدة العادية أو الحمضية لتجميع حبيبات الدهن وبالتالي تكوين الزبد التي تحتوي على ٨٠٪ دهن على الأقل • وفي بعض الأحيان

يضاف ملح الطعام ومادة ملونة ، كما تعرض الزيت في الأسواق بأشكال وأوزان متفاوتة . وعادة تعادل حموضة القشدة في البداية بإضافة .
 ايدروكسيد الكالسيوم أو المغنسيوم أو كربونات الصوديوم أو الكالسيوم أو بيكربونات الصوديوم إليها . ثم تنستر القشدة ويضاف إليها بادنات لتسويتها ، وبلى ذلك الحض churning فالفسيل فالتجليح فالتشكيل ، وقد تخفق الزيت لجعل قوامها ثابتا صيفا وشتاء ، ويعرف الناتج باسم الزيت المخفوق whipped butter ، وهذا الخفق يكسب الزيت لونا مصفرا باهتا ومظهرا زغبيا fluffy وطعما كريما ، كما أن حجم الزيت يزداد نتيجة لاندماج الهواء فيها غير أن الوزن لا يزداد الا بقدر ضئيل . ويترتب على عملية خفق الزيت انخفاض حجم حبيبات الدهن فتصبح متراوحة بين ١ ، ٧ ميكرون بدلا من ٦ - ٢٠ ميكرون .

وتتكون الزيت من ٧٧٦٤ - ٨٦٩١٪ دهن butter fat
 ٢٠ - ٤٤٪ بروتين curd ، ٠٩٢ - ٢٦٪ ملح ، ١٠ر٥٢ -
 ١٦ر٨٣٪ ماء ، ٠ر٤٪ لكتوز . وتبلغ نسب الأحماض الدهنية في
 زيت حموالي ٢ر٦ - ٣ر٥٪ حمض بيوتريك ، ١ر٣ - ١ر٩٪ حمض
 كابريك ، ٠ر٧ - ١ر٦٪ حمض كابريليك ، ١ر٨ - ٣ر٦٪ حمض
 كابريك ، ٣ر٢ - ٥ر٧٪ حمض لوريك ، ٦ر٩ - ١١ر١٪ حمض ميرستيك ،
 ٢٢ر٨ - ٢٩ر٩٪ حمض بالميتيك ، ٦ر٥ - ١٢ر٥٪ حمض استياريك ،
 ٠ر٦ - ٠ر٩٪ حمض أراشيديك ، ٣١ر٣ - ٤١ر٣٪ حمض أوليك ،
 ٣ر٦ - ٥ر٥٪ حمض لينولييك ، ٠ر٢٪ حمض ديسنيك ، ١ر١٪ حمض
 تتراديسنيك ، ٣ر٣٪ حمض هكساديسنيك ، ١ر٦٪ حمض أراشيدونك .

وتنتج الزيت بدرجات متباينة ، ولذا ففي كثير من الدول تحدد درجات للزبد كأن تقسم إلى صمت درجات هي creamery dairy ،
 ladled ، packing-stock ، grease ، process or renovated وفي الاختبار
 الحس للزبد تقسم المائة درجة إلى ٤٥ للنكهة ، ٢٥ للقوام ،
 ١٥ للون ، ١٠ للملوحة ، ٥ للتعبئة . فلكي تحصل عينة الزيت على ٩٤

درجة فاكتر يلزم ان تكون الزيد طازجة وعذبة ومعتدلة ونظيفة ، بينما انخفاض درجة الزيد عن ٧٥ يعنى ان الزيد تمثل أدنى الدرجات ولا تصلح للاستهلاك الآدمي . وتعتبر الزيد مقشوشة بحكم قانون بعض الدول اذا انخفضت نسبة الدهن بها عن ثمانين في المائة او اذا كانت الزيد قفزة او متحللة . ويعبر عن درجات الزيد فى بعض الدول الأجنبية برموز ، مثل AA للزيد ٩٣ درجة فاكتر ، A للزيد ٩٢ درجة ، B للزيد ٩٠ درجة ، C للزيد ٨٩ درجة ، CG للزيد الأقل من ٨٩ درجة .

وعندما تصهر الزيد وتعامل بالطرد المركزى يتحصل على الزيد النقى butteroil الحالى من الماء ومن جميع مكونات الزيد الأخرى بخلاف الدهن . وهذا المسلى ghee يمكن الحصول عليه بفليان الزيد ثم الترشيع . ويمتاز المسلى على الزيد بعدم قابليته للتزنخ بسرعة .

اللين المبخر :

يعبر جزء من رطوبة اللبن ، أو اللين المضاف اليه أو المنزوع منه قشدة لتعديل نسبة الجوامد الدهنية الى الجوامد غير الدهنية به ، للحصول على لبن مركز يعرف باسم اللين المبخر evaporated milk . وهذا اللبن يحتوى على ٧٩٪ دهن ، ٢٥٩٪ جوامد لبنية كلية على الأقل . وعادة يحفظ اللين المبخر فى صوبات محكمة القفل معقمة .

وقد يضاف للبن المبخر بعض المثبتات ، مثل فوسفات ثنائى الصوديوم أو سترات الصوديوم أو كلا المالحين أو كلوريد الكالسيوم ، بنسبة لا تزيد على ٠.١٪ وذلك للتنعيم smoothness . وقد يعم اللين المبخر بفيتامين D بطريق الأشعة أو بإضافة زيت غنائى يحتوى على الفيتامين ، بشرط ألا تزيد كمية الزيت المضاف عن ٠.١٪ من وزن اللين المبخر ولا تقل نسبة الفيتامين المضاف عن ٧٥ وحدة U.S.P. مع إيضاح التنعيم على بطاقة العبوة .

اللبن المركز :

يحضر اللبن المركز concentrated or plain condensed بتركيز اللبن في أواني تحت ضغط منخفض لطرد جزء من الرطوبة . ويتشابه اللبن المركز مع اللبن المبخر في مواصفاته ، لكنه لا يشترط تمبته في أوان محكمة الغلق أو تعقيمه .

اللبن المكثف :

يطلق اسم اللبن المكثف condensed milk عادة على اللبن المزال منه كمية من الرطوبة والمحلى بالسكر أو بالدكستروز أو بكليهما . ويتكون اللبن المكثف المحلى من ٨٥٪ دهن ، ٨٪ بروتين ، ٥٤٪ لكتوز وسكر ، ١٧٪ رماد ، ٢٧٪ ماء ، ولا تقل نسبة الجوامد اللبنية الكلية به عن ٢٨٪ . ويراعى دائما أن تكون كمية السكر المضافة للبن بالقدر الكافي لمنع حدوث الفساد الميكروبي . وقد يستعمل عسل الجلوكوز بمفرده أو مخلوطا بالسكر في صناعة اللبن المكثف . وعندما يستخدم اللبن الغرز أو اللبن المتزوع منه جزء من الدهن في صناعة اللبن المكثف يعرف الناتج باسم superheated condensed milk .

الجيلاتى :

تصنع الجيلاتى بتجميد خليط من منتجات الألبان وبعض المواد المضافة كالببيض والسكر ومكسبات النكهة والمواد الملونة والماء ، كما قد تضاف مواد مثبتة . وأحيانا يقلب الخليط أثناء تجميده . وتنحصر منتجات الألبان المستخدمة في صناعة الجيلاتى في اللبن والقشدة والزبد والسمن واللبن الغرز واللبن المبخر واللبن المكثف غير المحلى واللبن المكثف المحلى واللبن الغرز المحلى واللبن الغرز المكثف المحلى واللبن المجفف واللبن الغرز المجفف . وتسبب عملية التقليب أثناء التجميد دخول

الهواء في الجيلاتى فيزداد الحجم زيادة واضحة يعبر عنها بالاصطلاح
OVERFILL

ويتوقف تركيب الجيلاتى وقيسته الغشائية على نسب ونوع المكونات المستخدمة في صناعته . مثال ذلك الجيلاتى المحتوى على عشرة في المائة دهن لبن توجد به المكونات الموضحة بالجدول التالى على أساس انتاج ألف رطل :

٣٦٦ر١	٤١٥ر٦	٢١٠ر٧	٤٩١ر٥	٣٨٥ر٥	٥٠٠ر٨	قشرة ١٨٪
٣٧٩ر٧	—	—	—	—	—	لبن مبخر
١٠٩ر٢	٢٢٠ر٤	٤١٦ر٧	—	٣١١ر٥	٢٥٩ر٢	لبن كامل
—	٢١٩ر٠	—	—	—	—	لبن كامل مكثف غير محلى
—	—	٢٢٧ر٦	—	—	—	لبن فرز مكثف
—	—	—	—	٢٣٨ر٠	—	لبن كامل مكثف محلى
—	—	—	—	٢٨٥ر٠	١٦٣ر٩	لبن فرز مكثف محلى
١٤٠ر٠	١٤٠ر٠	١٤٠ر٠	١٠٣ر٠	٤٠ر٠	٧١ر١	سكر
٥ر٠	٥ر٠	٥ر٠	٥ر٠	٥ر٠	٥ر٠	جيلاتين
—	—	—	٢٠٨ر٢	—	—	ماء
١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	المجموع
٤٥ر٨	١١٠ر٠	—	—	—	—	لبن فرز مجفف
٨٩ر٦	١١٩ر٢	٦٨ر٩	١١٧ر٨	—	—	زبد
٧١٩ر٦	—	١٢٢٤ر٠	—	—	—	لبن كامل
—	—	—	١١٧٤ر٠	—	—	لبن فرز
١٤٠ر٠	١٤٠ر٠	١٤٠ر٠	١٤٠ر٠	—	—	سكر
٥ر٠	٥ر٠	٥ر٠	٥ر٠	—	—	جيلاتين
—	٦٢٥ر٨	—	—	—	—	ماء
١٠٠٠	١٠٠٠	١٤٣٨ر٦	١٤٣٧ر٥	—	—	المجموع
—	—	—	—	—	—	الماء اللازم تبخير
—	—	٤٣٨ر٦	٤٣٧ر٥	—	—	تحت ضغط منخفض

ويمكن صناعة حلوى مجمدة لا تتجاوز نسبة الجوامد اللبنية فيها خمسة في المائة باستخدام مكونات الجيلاتى السابق ذكرها ، ويعرف الناتج باسم شربت sherbets . وفى حالة خلو الناتج من الجوامد اللبنية تماما يعرف باسم ices or ice sherbets ، وهى عادة تصنع من الماء والسكر ومواد صناعية مكسبة للنكهة واللون ومواد مثبتة .

الجبن :

تفصل خثرة اللبن curd بعد تجميعها بانزيم الرنين rennet أو بانزيم آخر مناسب أو بالتخمير اللاكتيكى أو بكلتا الطريقتين معا ، وقد تعامل بالحرارة أو بالضغط أو بعوامل التسيوية والتخمير أو بقطريات خاصة أو بمواد مناسبة للحصول على الجبن . ويعرف من الجبن حوالى ١٨ نوعا ، إلا أن الاسماء التى يطلقها المنتجون على الجبن تعد بالمئات وتقع جميع هذه الأنواع تحت قسمين رئيسيين هما الجبن الجاف hard والجبن اللين soft ، وقد يقسم الجبن الجاف الى شديد الجفاف very hard وشبه جاف أو نصف جاف semi hard ، ويقسم الجبن الشديد الجفاف أحيانا الى جبن شديد الجفاف به فجوات غازية كالجبن السويسرى وجبن شديد الجفاف خال من الثقوب الغازية كالشيدر ، ويقسم الجبن شسبه الجاف الى جبن شبه جاف مسوى بالخطريات كالروكفور وآخر مسوى بالبكتريا كالزويك ، أما الجبن اللين فيقسم الى ثلاثة أقسام وهى المسوى بالبكتريا كالليمبرجر والمسوى بالفطر كالكاممبرت وغير المسوى كالكويتاج .

ومن وجهة أخرى تقسم أنواع الجبن الى خمسة أقسام وهى جبن اللبن الكامل وجبن اللبن المنزوع منه جزء من الدهن وجبن اللبن الغرن والجبن الميسر والجبن المعامل بالحرارة process cheese وتبعا لتوام الجبن يجرى تقسيمها الى خمسة أقسام وهى soft cured cheese ، hard grating cheese ، soft uncured cheese ، semi soft cheese . والقسم الثانى يصنع عادة من لبن منزوع منه جزء من الدهن بينما بقية الأقسام تصنع

من لبن كامل ، غير أن بعض أصناف الجبن شبه اللين semisoft تصنع من لبن منزوع منه جزء من الدهن ولذا فهي تقسم الى قسمين أحدهما يعرف باسم الجبن شبه اللين والآخر جبن اللين منخفض الدسم شبه اللين semisoft part-skim cheeses ، ويجرى هذا الأخير أيضا على الجبن المبين بمواد النكهة الخاصة المضافة اليه spiced cheese .

ويصنع الجبن الجاف hard grating cheese عادة من اللين البقري، وقد يصنع من لبن الغنم أو لبن الماعز أو من هذه الألبان ممتزجة . وعادة ينزع جزء من دهن اللين بشرط عدم اتلاف النكهة ، ولذلك فنسبة دهن اللين في الجوامد يجب ألا تقل عن ٣٢٪ . ونسبة الرطوبة في هذا الجبن لا تتجاوز ٣٤٪ عادة . وتطول مدة تسوية هذا الجبن عادة مقارنة بالأنواع الأخرى وذلك ضمانا لظهور نكهة قوية ، والشائع هو تسويتها خلال ستة أشهر ، وهذه المدة الطويلة تجعل هذا الجبن مأمونا صحيا حتى في حالة صناعتها من لبن غير مبستر . وتتأثر صفات هذا الجبن الجاف بنسبة اللين الفرز ودرجة الحرارة وبمدة التسوية .

وتتلخص طريقة صناعة الجبن الجاف hard cheese في اضافة بكتريا حامض: اللكتيك منفردة أو مع بكتريا غير ضارة مكسبة للنكهة الى اللين الدافئ أو المبستر ، وقد يضاف كلوريد كالسيوم نقي بنسبة لا تتجاوز ٠.٠٢٪ من وزن اللين ومواد ملونة غير ضارة . ثم يضاف الرنين rennet أو عجينة رنين rennet paste أو مستخلص عجينة الرنين بالقدر الذي يكفي لتجبن اللين ، وبلى ذلك تقطيع الكتلة المتجبة الى قطع صغيرة وتقليبها وتسخينها ، ثم تفصل الحثرة عن الشرش وتصفى وتشكل بأشكال مناسبة وتكبس وتسوى لظهور النكهة . ويجرى التملح عادة خلال إحدى المراحل السابقة ، كما قد تطل الحافة بالبارافين أو بزيت غذائي أو بكليهما .

والجبن شبه اللين لا تحتاج خثرته الى معاملة حرارية ، كما أنه قد

يسوى تحت ظروف خاصة لتنمية بعض الأحياء الدقيقة المكسبة للنكهة
على سطحه .

والجبن اللين غير المسوى يصنع بطرق متعددة ولذا فهي تحمل أسماء
متعددة . أما الجبن اللين المسوى فلا تحتاج خثرته بعد فصلها عن الشرش
إلى معاملة حرارية عادة ، وإنما تسوى الخثرة تحت ظروف محددة لتنمية
الأحياء الكسبة لهذه الخثرة نكهتها المرغوبة المميزة ابتداءً من سطح
الخثرة وفي اتجاه الطبقات الداخلية .

ويتنوع التركيب الكيميائي والقيمة الغذائية لبعض أنواع الجبن
المحلية والأجنبية من الجدول التالى :

الرطوبة الدهن البروتين الرماد				نوع الجبن	
النسبة المئوية					
٢٠	٢١ر١	٣٠٧	٤٢ر٥	Brick	بريك
٧٠	٣٤ر٣	٢٢ر٠	٣٥ر٠	Cacciacavallo	كاشياكا فالو
٤ر١	٢٢ر٢	٢٦ر٣	٤٧ر٩	Camembert	كامبورت
٥ر٦	٢٣ر٧	٣٣ر٨	٣٦ر٨	Cheddar	شيدر
١ر٩	٢٣ر٣	١ر٠	٦٩ر٨	Cottage	كوتاج
١ر٩	١٤ر٥	٣٩ر٩	٤٢ر٧	Cream	كريم
٦ر٢	٣٠ر٩	٢٢ر٧	٣٨ر١	Edam	إدام
٤ر٢	٣٠ر٤	٣٠ر٥	٣٣ر٠	إمنتالر وسويسرى	
				Emmentaler and Swiss	
٣ر٨	٢٥ر٢	٣٤ر٧	٣٧ر٣	Gorgonzola	جورجو نزولا
٦ر١	٢٩ر٦	٢٤ر٥	٣٨ر١	Gouda	جودا
٤ر٠	٢٣ر٠	٢٨ر٢	٣٠ر٠	Gruyère	جريبير

نوع الجبن	الرطوبة الدهن البروتين الرماد		
	النسبة المئوية		
ليمبورجر Limburger	٥٤ر٨	١٩ر٦	٢١ر٣
مونسستر Muenster	٤٠ر٦	٣١ر٠	٢٢ر٢
نفشاتيل Neufchâtel	٥٢ر١	٢٣ر٥	١٩ر٣
بارميزان Parmesan	١٧ر٠	٢٢ر٧	٤٩ر٤
رومانو Romano	٢٩ر٦	٢٧ر٧	٣١ر٢
روكفور Roquefort	٣٨ر٧	٣٢ر٢	٢١ر٤
سابساجو Sapsago	٤٧ر٨	٢ر٠	٤١ر٦
ستلتون Stilton	٣٣ر٦	٣١ر٢	٢٩ر٠

وبين الجدول التالي الحد الأقصى لنسبة الرطوبة والحد الأدنى لنسبة الدهن في الجوامد الكلية والحد الأدنى لمدة التسوية لبعض أنواع الجبن :

نوع الجبن	الدهن في الجماد %	الرطوبة	مدة التسوية بالأيام	درجة الحرارة الصفوى د
شيدر Washed curd cheese	٥٠	٣٩	٦٠	٣٥
كولبي Colby	٥٠	٤٢	٦٠	٣٥
Granular (stirred curd)	٥٠	٤٠	٦٠	٣٥
سويسري او امتالر	٤٣	٤١	٦٠	-
جريد Gruyère	٤٥	٣٩	٩٠	-
بريك	٥٠	٤٤	٦٠	٣٥
مونستر	٥٠	٤٤	-	-
ادام	٤٠	٤٥	٦٠	٣٥

نوع الجبن	الدهن في العوامل %	الرطوبة %	مدة التسوية بالأيام	درجة الحرارة الصغرى مف
جودا	٤٠	٤٥	٦٠	٢٥
Blue بلو	٥٠	٤٦	٦٠	—
جورجو نزولا	٥٠	٤٢	٩٠	—
روكفور	٥٠	٤٥	٦٠	—
ليمبرج	٥٠	٥٠	٦٠	٢٥
مونترى Monterey	٥٠	٤٤	—	—
High-moisture jack	٥٠	٥٠	—	—
ولا تقل عن ٤٤				
Provolone, pasta filata	٤٥	٤٥	٦٠	٢٥
Parmesan, reggiano	٣٤	٣٢	٤٢٠	—
Romano رومانو	٣٨	٣٤	١٥٠	—
Asiago (طازجة ولينة)	٥٠	٤٥	٦٠	—
Asiago (متوسطة)	٤٥	٣٥	١٨٠	—
Asiago (قديمة)	٤٢	٣٢	٣٦٠	—
كريم	٣٣	٥٥	—	—
نفشاتل	٣٣	٦٥	—	—
ولا تقل عن ٣٣				
كوتاج	—	٨٠	—	—
Creamed cottage بالكريمة	٤	٨٠	—	—
Cook	—	٨٠	—	—
Sapsago سابساگو	—	٣٨	—	—
Hard جاف	٥٠	٣٩	٦٠	٢٥
Semisoft شبه لين	٥٠	٥٠	٦٠	٢٥
ولا تقل عن ٣٩				

نوع الجبن	الدهن ل الجوامد %	الرطوبة %	مدة التسوية بالأيام	درجة الحرارة المصرى وف
شبه لبن به جزء لبن فرز	٥٠	٥٠	٦٠	٣٥
		ولا يقل عن ٤٥		
لبن مسوى	٥٠	-	٦٠	٣٥
جبن به توابل Spiced	٥٠	-	٦٠	٣٥
جبن متبل به جزء لبن فرز	٥٠	-	-	-
		ولا يقل عن ٢٠		
Hard grating	٣٢ -	٣٤ -	١٨٠ -	-
مبستر	كالتنوع الاصلى ولا يقل من ٤٧	كالتنوع الاصلى بزيادة ٢١ على الامتز ولا يزيد عن ٢٣		
مبستر وبالفاكهة أو الحضر أو النفل أو اللحم	٢٢	٤٤	-	-

وبصنع الجبن الإلبندر من لبن مصفى أو مبستر أو مصفى ومبستر ، فيدفا اللبن اذا لزم ذلك ويترك تحت تأثير بكتريا حمض اللكتيك الموجودة أصلا فى اللبن أو المضافة اليه ، ويضاف قليل من المادة الملونة المسموح باضافتها اذا كان ذلك مرغوبا ، ويجبن اللبن باضافة كمية كافية من الرنين مع اضافة قدر من كلوريد الكالسيوم النقى أحيانا ، وتقطع الحثرة وتقلب ، تسخن مع استمرار التقليب لتنظيم انفصال الحثرة عن الشرش ، ويصفى الشرش وتجمع الحثرة فى هيئة كتلة متماسكة وتقطع هذه الكتلة وتترك القطع متراكمة لتصفية مزيد من الشرش وتكوين الحموضة ، ويعاد التقطيع الى قطع اصغر تفصل بالماء عددا من المرات يكفل تصفية بقايا الشرش التى تظهر على السطح ، وتملح قطع الحثرة وتقلب Stirred ويصفى منها الشرش وتكبس بالأشكال المرغوبة . وأحيانا يضاف أثناء التصنيع مستحضر

انزيمى حيوانى او نباتى ليساعد فى تسوية و اظهار نكهة الجبن ، بشرط
الا تزيد الجوامد فى هذا المستحضر عن ٠.١٪ من وزن اللبن المستخدم فى
التصنيع . وهذا الجبن يحتوى على ٣٩٪ رطوبة كحد أقصى ، كما أن جوامده
تحتوى على ٥٠٪ دهن لبن على الأقل . وتسوى الجبن الشيدر على درجة
حرارة لا تقل عن ٣٥° فهرنهايت لمدة لا تقل عن مسيتين يوما ، فى حالة
استخدام لبن غير مبستر .

والجبن washed curd cheese يصنع بطريقة مشابهة لطريقة
صناعة الجبن الشيدر ، غير أن قطع الخثرة يعاد تقطيعها وتبرد القطع فى
الماء وتنقع فى الماء حتى يتم استخلاص الشرش تقريبا ويستص الماء . وهذا
الجبن لا تزيد رطوبته على ٤٢٪ ولا تقل نسبة دهن اللبن فى جوامده عن ٥٠٪ .
واذا كان اللبن المستخدم فى الصناعة غير مبستر وجب تسوية هذا الجبن
على درجة حرارة لا تقل عن ٣٥° فهرنهايت لمدة شهرين .

وجبن الكولبى يماثل جبن الشيدر ، فقط يراعى تصفية جزء من
الشرش ثم تبرد الخثرة بإضافة الماء إليها مع استمرار التقليب لمنع تلاحم
قطع الخثرة ، وبعدها تصفى الخثرة وتملح وتقلب ويعاد تصفيتها وتكبس
بالأشكال المناسبة . ولا تزيد رطوبة هذا الجبن على ٤٠٪ ولا تقل نسبته
دهن اللبن فى جوامده عن ٥٠٪ . وتسوى الجبن فى حالة صناعته من لبن
غير مبستر على درجة حرارة ٣٥° فهرنهايت لمدة شهرين على الأقل .

وجبن granular يشبه الشيدر والكولبى أيضا ، غير أن
الخثرة تصفى منها جزء من الشرش ثم تقلب وتصفى بالتناوب للتخلص من
الشرش ولتحام القطع ، وبعدها تملح الخثرة وتقلب وتصفى وتكبس
بالأشكال المرغوبة . ونسبة الرطوبة فى هذا الجبن لا تتجاوز ٣٩٪ كما أن
نسبة دهن اللبن فى الجوامد لا تقل عن ٥٠٪ . وإذا لم يبستر اللبن وجب
تسوية الجبن على درجة ٣٥° فهرنهايت لمدة شهرين على الأقل .

والجبن السويسرى الذى يعرف أحيانا باسم جبن امثال يحتوى على

تقوب تعرف باسم الميون *Myes* تكونت أثناء فترة تسوية الجبن .
ويصنع الجبن السويسرى من لبن يقرى منزوع منه قليل من الدهن ولذا
فنسبة الدهن فى الجوامد الكلية تتراوح بين ٤٣ ، ٤٧ ٪ ، أما نسبة
الرطوبة فتتراوح بين ٣٩ ، ٤٣ ٪ . وتتلخص طريقة صناعة الجبن
السويسرى من لبن مبستر أو مصفى أو مبستر ومصفى فى تدفئة
اللبن إذا لزم ذلك وتركه تحت تأثير بكتريا حامض اللكتيك الموجودة أصلا
فى اللبن أو المضافة إليه ، ويجبن اللبن بإضافة القدر الكافى من الرنين
ومعه قليل من كلوريد الكالسيوم النقى بنسبة لا تزيد على ٠.٠٢ ٪ من
وزن اللبن ، وتقطع الحثرة إلى قطع صغيرة بحجم حبة القمح ، وتقلب القطع
على فترات لمدة نصف ساعة ويصفا تترك لتسكن ، ثم ترفع درجة الحرارة
إلى ٩٢° فهرنهايت ويستمر فى التقليب حتى تتماسك الحثرة مع مراعاة
عدم تجاوز الحموضة فى الشرش عند هذه المرحلة ٠.١٣ ٪ محسوبة فى
صورة حامض لكتيك ، ويلى ذلك كبس الحثرة فى قوالب بالشكل المرغوب
وبدرجة التماسك المرغوبة . وتصلح الجبن بنقعها فى محلول ملحي مشبع
لمدة ثلاثة أيام ، بعدها تسوى لمدة خمسة إلى عشرة أيام على درجة ٥٠° إلى
٥٦° فهرنهايت ثم لمدة ٢٠ - ٢٥ يوما على درجة ٥٧° فهرنهايت أو حتى
تظهر الميون . ويضاف أثناء التسوية كمية من ملح الطصام الجاف أو
محلوله على سطح الجبن . وتخزن الجبن على درجة حرارة أقل نوعا حتى
تتم تسويتها ، وتستغرق مدة التسوية حوالى ٦ - ١٢ أسبوعا ، ويفضل
إلا تقل المدة عن شهرين . وفى حالة عدم ظهور الميون يطلق على الجبن
السويسرى اللفظ *blind* .

وجبن الجريير يشبه الجبن السويسرى فى كسل الوجوه فيما عدا
النكهة والقوام ، ففكهتها تشبه إلى حد كبير جبن ألبيرجر ، وتتكون هذه
النكهة بفعل بعض الأحياء الدقيقة التى تنمو على السطح ، أما قوام
الجبن الجريير فأكثر نعومة وأصفر عيونا من الجبن السويسرى . ونسبة
الرطوبة فى جبن الجريير لا تتجاوز ٣٩ ٪ ونسبة الدهن لا تقل عن ٤٥ ٪
ومدة التسوية لا تقل عن ثلاثة أشهر . وتصلح الجبن الجريير من لبن كامل

أو لبن منزوع منه جزء من الدهن ، بطريقة مماثلة لطريقة صناعة الجبن السويسرى مع تمليح السطح أثناء حفظ الجبن على درجة ٤٨ - ٥٤ ° فهرنهايت لمدة بضعة أيام ، وتنقع الجبن لمدة يوم واحد فى محلول ملحي مشبع ، ثم تحفظ لمدة ثلاثة أسابيع مع استمرار مسح الحافة كل يومين بقطعة مبللة بالمحلول brine cloth للمساعدة على نمو عوامل التسوية على الحواف ، ويلي ذلك نقل الجبن الى غرفة التدفئة وترفع درجة الحرارة تدريجيا حتى تصل الى ٦٥ ° فهرنهايت فى جو رطوبته النسبية ٨٥ - ٩٠ % وتترك الجبن فى هذه الغرفة بضعة أسابيع لتتكون الثقوب المعروفة باسم العيون ، وتخزن الجبن بعد ذلك على درجة حرارة أقل من سابقتها لانمام التسوية .

وجبن الادم يصنع من لبن بقرى منزوع منه بعض القشدة ، ولذا فجوامده تحتوى على نسبة من الدهن لا تقل عن ٤٠ % ، ورطوبة الجبن لا تزيد على ٤٥ % ، وعادة تغطى كرات أو قوالب جبن الادم بطبقة من البارافين ملونة باللون الأحمر . وتتلخص طريقة صناعة جبن الادم فى تدفئة أو بستره اللبن ثم تركه تحت تأثير بكتريا حامض اللكتيك الموجودة أصلا فى اللبن أو المضافة اليه ، وقد تضاف مواد ملونة صناعية غير ضارة كما قد يضاف كلوريد كالسيوم تقى بنسبة لا تتجاوز ٠.٢ ٪ ، وجبن اللبن بإضافة القدر الكافى من الرنين وبمدها تقطع الحثرة الى مكعبات بأبعاد ثلاثة أثمان البوصة ، وتقلب المكعبات وتسخن الى درجة ٩٠ ° فهرنهايت تقريبا ، ويستمر فى التقليب والتسخين والتخفيف بالماء أو بمحلول ملحي أو التمليح لتنظيم انفصال الحثرة عن الشرش ، ويلي ذلك نقل الحثرة الى القوالب وتركها لتصفية الشرش مع مراعاة نزع الحثرة وتمليحها أثناء عملية التصفية اذا لم تكن الحثرة ستبلج أثناء التسوية أو أثناء إحدى مراحل التصنيع . وأخيرا تسوى الجبن تحت ظروف محددة لمدة لا تقل عن شهرين لجبن الادم المصنوع من لبن خام .

وجبن الجودا يماثل جبن الادم فى طريقة صناعته ومدة تسميته

وطبيعية خاماته ونسبتي الرطوبة والدهن به ، وقد تغطي جبن الجودا أيضا بالبارافين الأحمر اللون فى بعض الأحيان ، ويختلف شكل قطع الجبن الجودا المعروضة للاستهلاك عن شكل كور أو قوالب الجبن الادام عادة .

وجبن البريك Brick يماثل فى نكهته جبن الليمبرجر لحد ما ولكن بدرجة أضعف ، وتتوقف قوة النكهة على مدة تعريض الجبن للأحياء الدقيقة المسببة لهذه النكهة . ويصنع الجبن البريك من لبن كامل ، فيصفى اللبن أو ييسر أو يصفى وييسر ، ويسخن الى درجة ٨٨° فهرنهايت تقريبا ويترك تحت تأثير بكتريا حامض اللكتيك الموجودة أصلا أو المضافة للبن ، وتضاف مادة ملونة غير ضارة اذا كان ذلك مرغوبا . وتضاف كمية كافية من الرنين لتجيب اللبن ، وقد يضاف مع الرنين قليل من كلوريد الكسيوم النقى بنسبة لا تتجاوز ٠.٢ ٪ ثم تقطع الخثرة الى مكعبات إبعادها ثلاثة أثمان البوصة ، وتقلب القطع وترفع درجة حرارتها تدريجيا الى ٩٦° فهرنهايت مع استمرار التقليب حتى تماسك الخثرة تماما ، ثم يزال جزء من الشرش ويضاف بدلا منه ماء أو محلول ملحي لتعديل الحموضة ، ويلى ذلك نقل الخثرة الى القوالب وتصفية الشرش مع مراعاة الضغط على الخثرة وقلبها على الوجه الآخر أثناء التصفية ، وبعد اتمام التصفية نملح الخثرة ويضاف على سطحها هوامل التسوية المناسبة وتترك . ولا تتجاوز نسبة الرطوبة فى هذا الجبن ٤٤٪ كما أن نسبة دهن اللبن فى الجوامد الكلية تبلغ ٥٠٪ .

وجبن مونستر يصنع من لبن كامل مبستر بنفس طريقة صناعة جبن البريك فيما عدا تنشيط نمو الأحياء الدقيقة المسكبة للنكهة على السطح ، ولذا فهى لا تخزن لمدة الشهرين . وقد يدهك السطح بزيت نباتى . وتشكل جبن المونستر عادة فى شكل أسطوانى ، ورطوبتها لا تزيد على ٤٤٪ ودهنها حوالى ٥٠٪ من الجوامد الكلية .

وجبن البروفولون الذى يعرف أحيانا باسم باستافيلانا يصنع

بأشكال وأحجام متفاوتة ، ولذا يطلق على هذه الأشكال أسماء متعددة منها
provoletti ، salami ، salamini ، provolontini ، provolocini
cacciaccavallo ، orancini ، mandarini ، boccini ، gravaese
scamorze ، montecche .

ويصنع هذا الجبن من لبن خام أو مبستر بطريقة مماثلة لطريقة صناعة
 جبن النيدر حتى يتحصل على الحثرة وتقطع ، ثم تقمس قطع الحثرة في ماء
 ساخن وتمجن وتمط حتى ينعم قوامها وتخلو من التكتلات ، وبمدها تقطع
 الحثرة وتشكل بالأشكال والأحجام المرغوبة مع مراعاة المحافظة على دفء
 الحثرة لتظل متماسكة وناعمة السطح ، وإلى ذلك غمس قطع الجبن في ماء
 بارد لتتماسك ، وتلمع القطع بمحلول ملحي وتجفف وتذخن عادة بدخان
 الخشب الصلب *Hardwood* ، وتغلى قطع الجبن بالبارافين أو بشمع
 آخر وتترك بعض الوقت للتسوية . وعادة يفقد قدر ملموس من الدهن
 في الشرش أثناء صناعة جبن البروفولون ، ويجب ألا تقل نسبة الدهن في
 المواد عن ٤٥٪ وألا تزيد نسبة الرطوبة عن ٤٥٪ .

جبن رومانو *romano* الجاف الذي يعرف أحيانا باسم *Incanestrato*

أو *Toscano* أو *Sardo* كان يسمى باسم *pecorino Romano* عندما
 يصنع من لبن الغنم وباسم *vaccino Romano* عندما يصنع من لبن بقري
 وباسم *caprino Romano* إذا صنع من لبن الماعز . وتتلخص طريقة
 الصناعة في تدفئة اللبن أو بسترته وتركه تحت تأثير بكتريا حامض
 اللبنيك الموجودة أصلا في اللبن أو المضافة إليه ، وقد يضاف كلوريد
 كالسيوم نقي بنسبة لا تتجاوز ٠.٢٪ من وزن اللبن وكذلك مادة ملونة
 صناعية ، ويجبن اللبن بإضافة لوتين في صورة انزيم أو عجينة أو
 مستخلص ، وتقطع الحثرة إلى قطع صغيرة بحجم حبة الذرة ، وتسخن القطع
 إلى درجة ١٢٠° فهرنهايت مع استمرار التقليب أثناء التسخين ، ثم تترك
 الحثرة هادئة بعض الوقت لتترسب وبمدها تنزع من الاناء وتصفى قليلا
 وتكبس وتلمع بنفسها في محلول ملحي لمدة ٢٤ ساعة - بمدها ترفع
 من المحلول الملحي ويجفف سطحها وتدهك بالملح بضع مرات مع الفسيل

بالتناوب ، وقد تنقب الجبن بوخزها بالابريرة المعدنية ، واخيرا تسوى الجبن وهى جافة لمدة خمسة شهور أو أكثر مع مراعاة قلبها رأسا على عقب ومسحها على فترات ، وقد يدهك السطح بزيت نباتى . وهذا الجبن محبب القوام ورطوبته لا تزيد على ٣٤ ٪ ودهنه لا يقل عن ٢٨ ٪ من الجوامد الكلية . وغالبا يزال جزء من دهن اللبن البقرى المستخدم فى صناعة هذا الجبن .

وجبن أسياجو Asiago الطازج والمتوسط والقديم شبيه بجبن الرومانو ويصنع بتدفئة أو بستره اللبن وتركه تحت تأثير بكتريا حامض اللكتيك الموجودة أصلا فى اللبن أو المضافة اليه ، وإضافة كلوريد كالكسيوم نقى بنسبة لا تتجاوز ٠٢ ٪ من وزن اللبن إذا لزم ذلك ، وتجبن اللبن بإضافة الرنين ، وتقطع وتقليب وتسخن الحثرة لتنشيط انتاج حامض اللكتيك وتنظيم انفصال الشرش ، ورفع الحثرة المتناسكة من انائها بعد التخلص من الشرش ، وترك الحثرة وقتا قصيرا لاستكمال التصفية ، وكبس الحثرة وتلميحها بشمرا فى محلول ملحي ، واخيرا تسوى الجبن لمدة شهرين فى الصنف الطازج أو ستة أشهر فى الصنف المتوسط أو سنة فى الصنف القديم على الأقل داخل غرفة جيدة التهوية مع مراعاة دهك السطح بزيت نباتى من وقت لآخر أثناء التسوية . ويحتوى هذا الجبن على رطوبة لا تقل عن ٤٠ ٪ ولا تزيد على ٤٥ ٪ فى الصنف الطازج أو ٣٥ ٪ على الأكثر فى الصنف المتوسط أو ٢٢ ٪ فى الصنف القديم . ونسبة الدهن فى الجوامد الكلية لا تقل عن ٤٥ ٪ فى الصنف المتوسط أو ٤٢ ٪ فى الصنف القديم أو ٥٠ ٪ فى الصنف الطازج . وعادة يصنع الصنف الطازج من لبن كامل بينما الصنف المتوسط يصنع من لبن منزوع منه بعض القشدة واللبن القديم من لبن بعضه فرز .

وجبن بارميزان Parmesan أو رجيانو Reggiano الجاف ذو القوام المحبب يصنع من بقرى منزوع منه قليل من القشدة . وتتلخص

طريقة الصناعة في تدفئة أو بسترة اللبن وتركه تحت تأثير بكتريا حامض اللكتيك الموجودة أصلا في اللبن أو المضافة إليه ، وإضافة كلوريد كالسيوم نقي بنسبة لا تتجاوز ٠.٢ ٪ إذا لزم ذلك ، وإضافة مادة ملونة صناعية غير ضارة إذا أريد ذلك ، وتجبن اللبن بإضافة القدر الكافي من الرتين ، وتقطع الحثرة إلى قطع بحجم حبة القمح ، وتسخن القطع إلى درجة ١١٥ - ١٢٥ ° فهرنهايت مع التقليب أثناء التسخين ، وترك الحثرة هادئة بعض الوقت ثم نزعها وتصفيتها قليلا وكبسها وتليحها بالملح الجاف أو بالنقع في محلول ملحي ، وتسوية الجبن في غرفة باردة هوائية لمدة ١٤-٢٤ شهرا ، وقد تغطي الحافة أو تلوّن .

وجبن سابساجو Sapsago الجاف يحتوي على مسحوق نبات clover الجاف ولونه أخضر باهت ويصنع من لبن فرز بقرى حمضى .
يقلّى اللبن مع تقليبه أثناء التسخين ، ويضاف إليه قليل من اللبن الخيض butter milk أحيانا . ويضاف كمية من الشرش المحصى لأكواب الحثرة درجة التماسك الرغوية . وتوزع الحثرة في علب ويصفي الشرش أثناء الكبس . وتترك الجبن لتجف فترة التسوية التي قد تتجاوز خمسة أسابيع بعدها تطحن الجبن الجاف ويضاف لكل مائة جزء منها خمسة أجزاء ملح طعام وخمسة وعشرون جزءا مسحوق مجلف Melilotus coerulea وأخيرا تشكل الجبن بالأشكال المرغوبة وتسوى لمدة خمسة شهور على الأقل . وهذا الجبن لا يتجاوز رطوبته ٢٨ ٪ .
إما نسبن الدمن به فمتخضة .

وجبن الكامبرت Camembert اللبن المسوى يصنع من اللبن البقرى وينمو على سطحه فطر أبيض ، ويشبهه إلى حد كبير الجبن الفرنسى المعروف باسم carre de l'est وأحيانا يظهر لون وردي على سطح هذا الجبن بتأثير نمو بعض اشعائات بجانب الفطر الأبيض .

وجبن الليمبرج Limburger شبه اللبن له رائحة وطعم مميزان يرجعان إلى نشاط بعض الاحياء الدقيقة المستخدمة في تسوية سطح

اللبن ، وتستغرق عملية التسوية سنتين يوما على الأقل خصوصا اذا صنعت اللبنة من لبن خام . وتتلخص طريقة الصناعة فى تدفئة اللبنة الحام الى درجة ٩٢° فهرنهايت وتتركه تحت تأثير بكتريا حامض اللكتيك ، وازضافة كلوريد كالسيوم نقي اذا لزم ذلك ، وتجبين اللبنة باضافة كمية كافية من الرنين ، وتقطع الخثرة الى مكعبات بطول نصف بوصة ، وتقليب القطع وتسخينها بعد بضع دقائق لرفع درجة حرارتها الى ٩٦ - ٩٨° فهرنهايت ، وترك الخثرة هادئة ، ومسحب معظم الشرش ، وكبس الخثرة اثناء تصفية الشرش اذا لزم ذلك، وقلب الخثرة رأسا على عقب على فترات متساوية ، وتقطع الخثرة بالأحجام المطلوبة بعد اتمام تصفية الشرش ، وتليح القطع تليحا جافا على دفعات خلال ٢٤ - ٤٨ ساعة ، وتسوية اللبنة مع تغطية السطح من حين لآخر بمحلول ملحي مخفف للحصول على النمو المناسب من الاحياء النقية المستخدمة فى التسوية ، واذا كان اللبنة مسترا تعمل طريقة الصناعة قليلا فيدفا اللبنة لدرجة ٨٩ - ٩٠° فهرنهايت ويضاف اليه بكتريا حامض اللكتيك ، وقد يضاف كلوريد الكالسيوم النقي ، ويستمر فى العمل كالطريقة السابقة مع مراعاة التسخين لدرجة ٩٤° فهرنهايت بدلا من ٩٦ - ٩٨° وتعديل الحموضة الفعلية pH للجبنة لتصبح ٨.٨ باضافة محلول ملحي درجة حرارته ٦٦ - ٧٠° فهرنهايت ، وتوضع الخثرة والشرش والمحلول الملحي فى القوابب. ويستمر فى العمل . ولا تتجاوز رطوبة هذا الجبن ٥٠٪ كما ان نسبة الدهن فى الجوامد لا تقل عن ٥٠٪ .

والجبنة بالقشدة cream cheese لبن وغير مسوى ويصنع عادة من القشدة بمفردها أو مضافا إليها أحد أو بعض المنتجات اللبنية الأخرى كاللبن الكامل أو اللبن القز أو اللبن المركز أو اللبن القز المركز أو جوامد اللبنة غير الدهنية الجافة . فيضاف بكتريا حامض اللكتيك بمفردها أو مع قليل من الرنين الى القشدة أو المخلوط ويترك اللبن للتجميع والحصول على خثرة قد تدفأ وقد تقلب ويصفى منها الشرش ، وقد تكبس الخثرة وتبرد وتشكل ويضاف إليها ملح الطعام ، أو قد تسخن مع اضافة

أو عدم اضافة قشدة أو بعض المنتجات اللبنية السابق ذكرها حتى يسيل القوام ثم تجنس الكتلة أو تمزج بطرق أخرى . وفى هذا الجبن يضاف أحيانا أحد أو بعض المكونات الأخرى المعروفة بأسماء الجيلاتين أو algin أو صمغ gum karaya ، gum tragacanth ، carob bean gum بشرط ألا تزيد نسبة المواد الصلبة الكلية فى الكمية المضافة عن ٠.٠٥٪ من وزن جبن القشدة النهائى . ولا تزيد رطوبة هذا الجبن عن ٥٥٪ ولا تقل نسبة الدهن به عن ٣٣٪ . وقد تعوض كمية الماء فى حالة استخدام لبن مركز أو لبن فرز مركز أو لبن مجفف خال من الدسم .

وجبن نفشاتل Neufchatel لبن وغير مسوى ويصنع من لبن كامل أو من خليط من القشدة ولبن فرز أو لبن كامل أو لبن مركز أو لبن مجفف خال من الدسم بطريقة مماثلة لطريقة صناعة جبن بالقشدة . وهذا الجبن لا تزيد رطوبته عن ٦٥٪ وتحتصر نسبة الدهن به بين ٢٠-٣٣٪ .

وجبن الكوتاج Cottage لبن وغير مسوى ، وتتلخص طريقة صناعته فى بسترة اللبن الفرز واطافة كلوريد كالسيوم نقي بنسبة ٠.٠٢٪ على الأكثر اذا لزم ذلك ، واطافة بكتريا حامض اللكتيك بمفردها أو مع قليل من الرنين ، وترك اللبن ليتجبن ، وتصفية الشرش سواء بعد تقطيع أو تدفئة أو تقليب الحثرة أو بدون هذه العمليات ، وغسيل الحثرة وإعادة تصفيتها اذا لزم ذلك ، وكبس الحثرة وتبريدها وتشكيلها واطافة الملح اليها اذا أريد ذلك . وقد يمزج جبن الكوتاج بالقشدة المبسترة أو بمخلوط مبستر من قشدة ولبن كامل أو قشدة ولبن فرز أو قشدة ولبن كامل ولبن فرز . ولا تزيد رطوبة الجبن الكوتاج عادة عن ٨٠٪ .

والجبن المطبوخ cook cheese الذى يطلق عليه أحيانا اسم koch kaese عبارة عن جبن لبن يصنع من خثرة جبن الكوتاج ويسوى عادة باضافة فطر أبيض اليه ويصهر بالحرارة ويصب فى العبوات . وقد يضاف للجبن المنصهر قشدة أو ملح طعام أو بذور كراويا caraway أو مزيج من

بعض هذه المواد • وتتلخص طريقة صناعة الجبن المطبوخ بصفة عامة في تعريض اللبن الفرز لنشاط بكتريا حامض اللكتيك الموجودة أصلا في اللبن أو المضافة إليه ، وإضافة فطر أبيض غير ضار إذا أريد ذلك ، وتجبن اللبن بإضافة رنين جلاتنر-الكافين ، وإضافة كلوريد كالتسيوم إذا لزم ذلك على ألا تزيد نسبته على ٠.٠٢٪ ، وتقطع وتسخن الحثرة لاسراع وتنظيم انفصال الحثرة عن الشرش ، وتصفية الشرش وتسوية الحثرة لمدة يومين أو ثلاثة ، وتسخن الحثرة لدرجة ١٨٠° فهرنهايت على الأقل حتى يصبح قوامها شبيها بقوام عسل النحل ، وتعبئ الجبن الساخن في عبوات وتبريدها • وقد يستبدل كل اللبن الفرز المستخدم في صناعة الجبن المطبوخ أو جزء منه بلبن فرز مركز أو لبن مجفف عديم الدسم أو خليط منهما مع تعويض الماء الذي فقد بالتركيز أو بالتجفيف •

وجبن الشرش whey cheese يصنع من الشرش المضاف أو غير المضاف إليه لبن كامل أو قشدة أو كلاهما • ويطلق على هذا الناتج لفظ الجبن إلا أنه يختلف تماما عن جميع أنواع الجبن • ومن أسماء هذا الناتج الشائعة مايسوست mysost وفلوتوست flotost وبريموست primost وريكوتا ricotta وجتوست gjetos t.

وجبن الفطر الأزرق Blue-Mold cheese يصنع من لبن البقر أو الغنم ويتميز بمظهر ورائحة ونكهة محددة • والفطر الأزرق الشائع استخدامه في صناعة الجبن هو *Penicillium roqueforti* و *Penicillium glaucum*. وهذا الفطر هو الذي يكسب الجبن مظهره المميز وهو الذي يفرز انزيمات تؤثر في دهن الجبن مما يكسب الجبن نكهته الخاصة •

والجبن الأزرق Blue cheese المعروف باسم جبن الرب كفور. roquefort يصنع من لبن يقرى أو لبن غنم ، فيبستر اللبن إذا أريد ذلك ويعرض لتأثير بكتريا حمض اللكتيك الموجودة أصلا في اللبن أو المضافة إليه ، ويجبن اللبن بإضافة الرنين ، ويضاف كلوريد كالتسيوم. نقي إذا لزم ذلك ، وتقسّم الحثرة إلى أقسام وتترك في الشرش بعض

الوقت الى ان تنقل الى قوالب وتترك لتصفية الشرش ، ويضاف للخبثرة أثناء تحضيرها جراثيم الفطر بنسليوم جلوكم أو ينسليوم روكفورتي وتمزج بالخبثرة جيدا ، وتملح الخبثرة بالملح الجاف أو بمحلول ملحي أو يكلهما ، وتثقب قطع الخبثرة المشكلة بأشكال معينة وتحفظ على درجة حرارة ودرجة رطوبة مناسبتين لتنشيط تكاثر الفطر فى الجبن وعادة يكون ذلك على درجة حرارة ٥٠° فهرنهيت ودرجة رطوبة ٩٥ ٪ ، وتسوى الجبن لمدة لا تقل عن ستين يوما لظهار النكهة المرغوبة . وأحيانا يضاف الى اللبن قليل من الكلورفيل لتغطية لون الكاروتينات الأصفر اذا كان واضحا ، كما أنه يمكن فصل القشدة من اللبن وتبييضها باستخدام فوق اكسيد البنزويل benzoyl peroxide بنسبة لا تتجاوز ٠.٠٢ ٪ من وزن اللبن بقصد تحسين لون الجبن حيث ان المستهلك يفضل اللون الأبيض على اللون الأصفر فى جبن الروكور . ولا تزيد رطوبة هذا الجبن على ٤٦ ٪ ولا تقل نسبة الدهن فى جوامده عن ٥٠ ٪ .

وجبن الجورجونزولا gorgonzola يختلف عن جبن الفطر الأزرق فى انخفاض رطوبته وكبر حجمه واحتوائه على فطر البنسليوم جلوكم بالذات دون البنسليوم روكفورتي . وهذا الجبن يصنع من لبن بقرى أو لبن ماعز أو منهما مما . ويسوى هذا الجبن لمدة لا تقل عن تسعين يوما . ونسبة الرطوبة فى الجبن لا تتجاوز ٤٢٪ كما أن نسبة الدهن فى الجوامد لا تقل عن ٥٠٪ . وهناك نوع من الجبن الروكفور يصنع من لبن الغنم ويسوى لمدة ستين يوما على الأقل وبه دهن لا يقل عن ٦٠ ٪ من وزن المادة الجافة وبه رطوبة لا تزيد على ٤٥ ٪ .

والجبن المعامل بالحرارة process cheese يصنع بتجزئة ومزج كميات من الجبن ذى النوع الواحد أو المتعدد الأنواع باستخدام الحرارة وبإضافة أحد أو بعض مواد الاستحلاب الى أن تتكون كتلة متجانسة كالبلاستيك . وقد يضاف لهذا الجبن ماء أو ملح طعام أو مادة ملونة صناعية غير ضارة أو توابل أو مواد مكسبة للنكهة أو قشدة بالقدر الذى

يرفع نسبة الدهن في الجبن النهائي بما لا يزيد على خمسة في المائة أو مادة حمضية مثل حامض اللكتيك أو الستريك أو الحليك أو الفوسفوريك أو خليط من هذه الأحماض بشرط ألا تنخفض الحموضة الفعلية pH في الجبن النهائي عن ٣٫٥ ، وقد يضاف أكثر من مادة واحدة من هذه المواد إلى الجبن ، ولا يستخدم في صناعة هذا الجبن أى من جبن القشدة وجبن نشاتل وجبن الكوتاج بالقشدة . والجبن المعامل المبستر *pasteurised process cheese* يعامل أثناء صناعته بالحرارة على درجة ١٥٠° فهرنيت لمدة لا تتجاوز نصف دقيقة ، ولا تزيد رطوبته النهائية على ٤٠ ٪ فيما عدا الجبن المعامل المبستر السويسرى وجبن جرير المعامل المبستر فنسبة الرطوبة فيهما لا تتجاوز ٤٤ ٪ وجبن ليمبرجر المعامل المبستر الذى لا تزيد رطوبته على ٥١ ٪ ، ولا تقل نسبة الدهن في الجوامد الكلية عن ٤٧ ٪ فيما عدا صنفى السويسرى والجرير فلا تقل نسبة الدهن في جوامدهما عن ٤٣ ٪ ، ٤٥ ٪ على التوالى . ونسبة الرطوبة في الجبن المعامل المبستر لا تتجاوز ٤٣ ٪ إلا في حالة صناعتهما من أصناف جبن الشيدر أو كولى أو المحبب حيث يصبح الحد الأقصى للرطوبة ٤٠ ٪ ، بينما في مخلوط الجبن السويسرى والجرير لا تزيد الرطوبة عن ٤٤ ٪ . ونسبة الدهن في الجوامد لا تقل عن ٤٧ ٪ إلا في حالة مخلوط الجبن السويسرى والجرير فلا تقل نسبة الدهن عن ٤٨ ٪ . ويشترط في الجبن المعامل المبستر المصنوع من نوعين من الجبن ألا تقل نسبة كل نوع به عن ٢٥ ٪ من مجموع وزن النوعين المستعملين ، وتنخفض هذه النسبة إلى ١٠ ٪ في حالة جبن الروكفور وجبن الفطر الأزرق وجبن الجورجونزولا ، وإلى ٥ ٪ في حالة جبن الليمبرجر . وإذا صنع الجبن المعامل المبستر من ثلاثة أنواع أو أكثر من الجبن وجب ألا تقل نسبة كل نوع فيه عن ١٥ ٪ من مجموع أوزان الأنواع كلها ، وتنخفض هذه النسبة إلى ٥ ٪ في حالة جبن الفطر الأزرق وجبن الروكفور وجبن الجورجونزولا ، أو إلى ٣ ٪ في حالة جبن الليمبرجر . وقد يدخن الجبن المعامل المبستر ، أو تدخن أنواع الجبن الداخلة في صناعته قبل تجزئتها وخلطها ، أو يضاف إليه مستحضرات تكثيف وترسيب دخان الحشيب . ومواد الاستحلاب المستخدمة في صناعة

الجبن المعامل المبستر هي أحد أو بعض المواد التالية : فوسفات أحادي الصوديوم ، فوسفات ثنائي الصوديوم ، فوسفات ثنائي البوتاسيوم ، فوسفات ثلاثي الصوديوم ، ميتا فوسفات الصوديوم ، جير وفوسفات الصوديوم الحامضية ، بيروفسفات الصوديوم الرباعية ، سترات الصوديوم ، سترات البوتاسيوم ، سترات الكالسيوم ، طرطرات الصوديوم ، طرطرات الصوديوم والبيوتاسيوم . والجبن المخلوط المبستر *pasteurized blended cheese* يصنع بخلط بعض الأنواع ببعضها ولا تزيد رطوبته عن المتوسط الحسابي لنسبة الرطوبة في أنواع الجبن المستخدم في صناعته ، وعندما يضاف اللبن أو بعض منتجاته إلى الجبن المعامل المبستر يعرف الناتج باسم *pasteurized process cheese food* وهذه الإضافة يقصد بها تحسين القيمة الغذائية وطعم الجبن المعامل ، وقد يضاف أيضا ملح الطعام أو السكر أو المواد الملونة الصناعية ، ويجب ألا تقل نسبة الجبن في هذا الناتج عن ٥١ ٪ ، ولا تزيد رطوبته عن ٤٤ ٪ ولا يقل دهنه عن ٢٣ ٪ ، كما أن نسبة كل نوع من نوعي الجبن المستخدم في صناعة غذاء جبن معامل مبستر لا تقل عن ٢٥ ٪ من الوزن الكلي لمخلوط النوعين ، وتنخفض هذه النسبة إلى ١٠ ٪ في حالة أنواع جبن الفطر الأزرق وجبن الروكفور وجبن الجورجونزولا وجبن الليمبرجر ، أما في حالة استخدام ثلاثة أنواع فأكثر فيكون الحد الأدنى لنسبة كل نوع هو ١٥ ٪ وتنخفض النسبة إلى ٥ ٪ في حالة استخدام جبن الفطر الأزرق أو الروكفور أو الجورجونزولا أو الليمبرجر . وقد تضاف الفاكهة أو الخضروات أو اللحوم المطهية إلى هذا الناتج الأخير ، وفي هذه الحالة يجب ألا تقل نسبة دهن اللبن في الناتج عن ٢٢ ٪ ونسبة اللحم المضاف عن ١٠ ٪ . وقد ترفع نسبة الرطوبة في هذا الناتج عن ٤٤ ٪ بحيث لا تتجاوز ٦٠ ٪ للحصول على ناتج أسهل انتشارا يعرف باسم *pasteurized process cheese spread* وهو يحتوي على نسبة من الجبن لا تقل عن ٥١ ٪ من وزنه ، كما أن نسبة دهن اللبن به لا تقل عن ٢٠ ٪ .

اللبن الفرز :

بإزالة جزء كبير من دهن اللبـن الكامل ينتج اللبـن الفرز skim milk المحتوى على نسبة من الدهن تقل عن ٣.٥ ٪ ، وقد تنخفض النسبة إلى ٠.٠ ٪ . وينتج اللبـن الفرز في عملية فصل القشدة ، وأحيانا يطلق على اللبـن الترقيـد الاسم skim milk إذا نزعـت منه القشدة بطريق الطفو بعد ترك اللبـن هادئا بمضى الوقت ، أما في حالة فصل القشدة بقوة الطرد المركزي فيطلق على اللبـن الفرز الناتج الاسم separated milk . ويتكون اللبـن الفرز عموما من ٠.٢ ٪ دهن ، ٣.٥ ٪ بروتين ، ٥.٠ ٪ لكتوز ، ٠.٨ ٪ رماد ، ٩.٥ ٪ جوامد كلية ، ٩.٠ ٪ ماء . وترتفع نسبة الدهن في اللبـن الترقيـد الذي فصلت منه القشدة يدويا .

اللبن الحـض :

في إنتاج الزبد بالحض يتخلف اللبـن الحـض buttermilk وهذا اللبـن يحتوي على جميع مكونات اللبـن الكامل سوى الانخفاض في الدهن ، كما أن تركيبه يماثل تركيب اللبـن الفرز إلى حد كبير ، فهو يحتوي على ٥.٠ ٪ دهن ، ٣.٠ ٪ بروتين ، ٥.٣ ٪ لكتوز ، ٧.٧ ٪ رماد ، ٩.٥ ٪ جوامد كلية ، ٩.٠ ٪ ماء . وأحيانا يضاف الماء إلى مسحوق اللبـن الفرز ويلقح اللبـن الفرز الناتج ببـادئ من الاستروبتوكوكس لـاكتس streptococcus lactis . ويسمى هذا اللبـن cultured buttermilk الذي يضاف إليه عادة ملح الطعام بنسبة ٢ - ٤ أوقيات لكل عشرة جالونات لبن فرز لتحسين نكهته وقوامه . وعادة يستمر اللبـن الحـض الناتج عن حضـ القشدة الطازجة على درجة ١٨.٥ ° فهرنهايت لمدة نصف ساعة لرفع للزوجة إلى حدما الأقصى ، وبعدما يبرد اللبـن الحـض ويلقح ويترك فترة التحضين البالغة ١٢ - ١٥ ساعة بعدها يبرد إلى درجة ٤٠ ° فهرنهايت ويخزن على درجة ٣٣.٠ ° والسبب درجات الحموضة التي تحقق ثبات هذا اللبـن الحـض وقلة انفصال الشرش منه هي ٨٧.٠ - ٩٣.٠ ٪

وفد يركز اللبن الحض بالحرارة تحت ضغط منخفض للحصول على
 اللبن الحض المكثف • condensed butter milk

اللبن المتخمّر :

يخمر اللبن أحيانا كوسيلة من وسائل حفظه ، وأشهر ميكروبات
 تخمير اللبن هي اللاكتوباسيلس بولجاريكس *Lactobacillus bulgaricus*
 ويعتبر اللبن الحض لبنا متخمرا ، وكذلك مشروب الكفير Kefir ومشروب
 الكوميس Kourmies الحمضيين الكحوليين ، واليوسغورت Yogurt
 الحمضي المحتوى على قليل من الكحول، واللبن الزبادى Indian Dadi
 Sardinain Gioddu . Leban والناتج المتخمّر المسمى
 Acidophilus milk المصنوع بإضافة بكتريا لاكتوباسيلس أسيدوفيلس
L. acidophilus باحتراس الى اللبن .

ويتضح تركيب اللبن المخمر مما يلي :

النسبة المئوية

اللبن المخمر

دهن	بروتين	لكتوز	مياه	حيض كحول	كتيك	ماء
كفير بعد ٢ يوم	٣.٦	٣.١	٣.٧	٦ ر	٠.٧	٠.٢ -
كفير بعد ٤ يوم	٣.٦	٣.١	٣.٢	٦ ر	٠.٨	٠.٨ -
كفير بعد ٦ يوم	٣.٦	٣.١	٣.٧	٦ ر	٠.٩	١.١ -
كوميس بعد يوم	١.٢	٢.٠	١.٦	٣.٥	٠.٨	٢.٧ ٩١.٤
كوميس بعد ٨ يوم	١.١	١.٨	١.٥	٣.٥	١.١	٢.٩ ٩٢.١
كوميس بعد ٢٢ يوم	١.٣	١.٨	٢.٣	٣.٥	١.٣	٣.٠ ٩٢.١

الشروش :

ينفصل السيرم serum بعد تجبين اللبن ويعرف باسم الشروش whey ، ويقدر وزن الشروش بحوالى ٩٠٪ من وزن اللبن المستخدم فى صناعة الجبن الشيدر ، وهو يتكون من ٠.٣٪ دهن ، ١٪ بروتين ، ٨٥٪ لكتوز ، ٠.٦٪ رماد ، ٧٪ جوامد كلية ، ٩٣٪ ماء ، الا ان هذه التركيب يختلف باختلاف أنواع الجبن التى ينفصل فى صناعتها . ويستخدم الشروش فى صناعة بعض المنتجات الأخرى مثل سكر اللكتوز . وزبد الشروش whey butter الذى يفصل بامراد الشروش فى الغزاز ثم التعادل والتسوية والحض للقشدة الناتجة ، والجبن الذى يصنع بتجبينه بروتينات الشروش بالحامض والحرارة وفصل الحثرة وكبسها للحصول على جبن الزيجر أو الريكوتا Ziger or Ricotta وقد تركز الشروش بالفليانز للحصول على كتلة من الجبن تسمى بريموست Primost أو ميسوست Mysost ، ومسحوق الشروش المحتوى على ٩٥ - ٩٨.٥٪ جوامد كلية ، والشروش المكثف المحتوى على ٥٢٪ جوامد كلية .

منتجات الالبان المجففة :

يجفف اللبن الكامل واللبن الفرز واللبن الحض والشروش والقشدة للحصول على مسحوق powder ، ويجرى التجفيف بمجففات الرذاذ أو المجففات الأسطوانية ، والشائع هو تجفيف اللبن الكامل بمجففات الرذاذ بينما اللبن الحض يجفف فى المجففات الأسطوانية . ويتضح تركيب هذه المنتجات المجففة ما يلى ، ولا تزيد رطوبة اللبن الفرز المجفف عن ٥٪ ورطوبة اللبن السكامل المجفف عن ٥٪ ولا تقل نسبة الدهن فى اللبن الكامل المجفف عن ٢٦٪ :

النسبة المئوية						اللبن المجفف
دهن	بروتين	لكتوز	رماد	جوامد كلية	ماء	
٢٦٧	٢٥٨	٢٨٠	٦٠	٩٦٥	٢٠٥	لبن كامل مجفف
١٠	٣٥٦	٥٢٠	٧٩	٩٦٥	٢٠٥	لبن فرز مجفف
٦٥١	١٣٤	١٧٩	٢٩	٩٩٣	٠٧	قشدة مجففة
٥٩	٣٨٧	٣٩٩	٧٧	٩٨١	١٩	لبن خض مجفف
٨٥	١٤٦	٧٠٧	٣٦	٩٧٤	٢٦	لبن بالمولت مجفف

مسحوق لبن المولت :

يحضر هذا المسحوق بزرج اللبن الكامل بمستخلص مولت الشعير ودقيق القمح وإضافة كلوريد صوديوم أو بيكربونات صوديوم أو بيكربونات بوتاسيوم إذا لزم لضمان نشاط الإنزيمات مستخلص المولت ، ثم التجفيف لحفض نسبة الرطوبة إلى ٣٥ ٪ على الأكثر ، مع الاحتفاظ بدهن اللبن في حدود ٧٥ ٪ على الأقل .

اللبن المضاف اليه زيت أو دهن مخالف :

عندما يضاف زيت أو دهن بخلاف اللبن يسمى اللبن Filled milk وهذا اللبن قد يركز أو يكتف أو يبخر أو يجفف . وتعتبر إضافة الزيت المعدني للبن وسيلة من وسائل الغش .

اللبن المزيف (التقليد) :

يُعتبر لبن فول الصويا لبنًا غير حقيقي Imitation milk ، وهو يصنع بغليان الحبوب وتحويلها إلى عجينة بالضرب وتعليق البروتين النباتي في الماء للحصول على سائل يشبه اللبن في كثير من صفاته .

مشروب اللبن :

يضاف للبن الكامل أو اللبن الفرز غسل أو بعض المواد ذات النكهة المميزة كالشيكولاته والسكر للحصول على مشروب مناسب Milk beverage

قواعد انتاج اللبن الصحي :

أشهر أبقار اللبن هي الجرسى *Jerseys* والجرنسى *Guernseys* والهلنشتين *Holsteins* والأيرشير *Ayrshires* ، ويلاحظ أن كمية اللبن التي يدرها الجرسى والجرنسى أقل مما يدرها الهولشتين والأيرشير ، إلا أن نسبة الدهن في لبن الأولى والثانية تكون أقل منها في لبن الهولشتين والأيرشير . ولانتاج اللبن تحت ظروف صحية يلزم العناية بالمعدات والمحظائر وبصحة الحيوانات وتنظيف الأدوات وتبريد اللبن .

فالمحظائر يعتنى بأصواتها ونظافتها وتهويتها بقصد المحافظة على صحة الحيوانات . ويفضل تغطية الأرضية التي يقف عليها الحيوانات بالأسمنت لتسهيل تصريف البول والمياه وتحقيق النظافة ، وينصح بتخصيص غرفة قريبة للحليب ، تزود بالاضاءة ووسائل التبريد والمياه النقية اللازمة لغسيل الضرع وتطهير الأدوات ، ويراعى التخلص من الروث والفصلات بطريقة صحية .

ويعتنى بصحة الحيوانات لتحاشي انتقال الأمراض المعدية منها إلى الإنسان عن طريق اللبن ، مثل مرض السل . وهذا يستلزم توقيع الكشف الطبى على الحيوانات مرة في كل عام على الأقل ، خصوصا في الجهات التى يسمح فيها قانونا بتداول اللبن الحام غير المبستر .

ويراعى نظافة الأدوات لمنع تلوث اللبن بالميكروبات ، ولذا تغسل الأواني بالماء البارد عقب استخدامها مباشرة ثم يعاد الغسيل بمسحوق قلوئى دافى لازالة بقايا الدهن وبعدها يعاد الغسيل بماء دافى ، وأخيرا تمقم الأواني بتعريضها للبخار أو للماء الساخن على درجة ١٨٠° فهرنهايت

لعدة دقائق . وفى حالة استخدام ماكينات الحليب تنظف هذه الآلات بأمرار حوالى أربعة جالونات ماء بارد فيها عقب الحليب مباشرة ، وتلك الماكينة لتنظيف أجزائها بالفرشة والماء الدافئ المحتوى على قدر من مادة منظفة ، ويعاد تركيب الماكينة ويمرر فيها كمية من الماء الساخن ، ثم تعقم الماكينة بأمرار عدة جالونات من الماء المسخن للدرجة ١٨٠° فهرنهايت خلال الماكينة أو بغمس أجزاء الماكينة التى تلامس اللبن فى محلول صودا كاوية تركيزه ٤٪ على الأقل أو بالفضيل الجيد بمحلول تركيز الكلور به ٢٠٠ جزء فى المليون على الأقل . وتحفظ الماكينة جافة حتى يعين وقت استخدامها فتغسل بساء يارد قبل الاستعمال ، أو قد تخزن الأجزاء والأنابيب الكاوتشوك فى محلول كلور أو محلول قلو .

ويبرد اللبن الى درجة ٦٠° فهرنهايت اذا طالت الفترة قبل تسليمه وذلك لتعاضد تكاثر البكتريا به ، ويفضل التبريد الميكانيكى على التبريد بالثلج أو بالماء البارد .

وينصح بفحص اللبن عند استلامه فى مراكز تجميع اللبن لعزل الكميات التى ترد ملوثة أو تالفة ، فيختبر اللبن من وجهات الرائحة ودرجة الحرارة وعدد البكتريا ونسبة الدهن . ثم يوزن اللبن ويبرد الى درجة ٣٦ - ٤٠° فهرنهايت .

ميكروبات اللبن :

يعتبر عدد البكتريا فى اللبن دليلا على مدى نظافة طريقة الحليب ، ولذلك تراعى بعض الدول تحديد عدد البكتريا ضمن مواصفات اللبن . فالمعروف أن اللبن الخام به عدد قليل من البكتريا وهذا العدد يتزايد بسرعة بسبب ملامة بيئة اللبن لنمو وتكاثر الأحياء الدقيقة إذ أن اللبن هو الغذاء الطبيعى الذى يقرب من حد الكمال من وجهة القيمة الغذائية . وبكتريا اللبن قد تكون مرضية تسبب أمراضا للإنسان كما أنها قد تتلف

كميات من اللبن فتسبب خسارة مادية . مثال ذلك بكتريا حامض اللكتيك التى تحول جزءا من سكر اللكتوز الى حامض لكتيك فترتفع حموضة اللبن الى الحد الذى قد يحدث منه تجبن اللبن وحموضته وهو ٣ر٠ - ٤ر٠ ٪ . وبعض أنواع البكتريا تحلل بروتين اللبن فتفسد النكهة وتسبب التعفن . ويعمل ظهور الحالات المرضية فى الانسان نتيجة-لقرب اللبن بانتقال الميكروبات من الحيوان المريض الى اللبن ومنه الى الانسان الذى يشرب اللبن الخام ، أو بانتقال الميكروب من انسان مصاب الى ضرع الحيوان ومنه الى اللبن حيث يتكاثر وينتقل الى الانسان ، ويتلوث اللبن بميكروبات مرضية أثناء تداوله ، وانتقال هذه الميكروبات الى الانسان . ومن أشهر الأمراض التى ينقلها اللبن الى الانسان مرض السل tuberculosis الذى يسببه الميكروب ميكوبكتيريوم تيوبركيولوزيس *Mycobacterium tuberculosis* فينتقل الميكروب من الضرع المصاب بالسل أو من روث ويول الحيوان المصاب الى اللبن ومنه الى الأطفال . لذلك تحرس بعض الدول على اختبار تلوث اللبن المهد للاستهلاك الأدمى بميكروب السل قبل السماح بتداوله . ومن الميكروبات المرضية التى تنتقل للانسان عن طريق اللبن الميكروب بروسلا أبورتس *Brucella abortus* الذى يسبب للانسان حمى undulant fever ، وليميكروب سترپتوكوكس بيجينز *Streptococcus pyogenes (hemolyticus)* الذى ينتقل من السلالة مريض الى جرح فى ضرع الحيوان حيث يتكاثر وينطلق فى اللبن ومنه الى الانسان فيصيبه بالحمى scarlet fever بتأثير السموم التى يفرزها أو يؤدى تكاثر الميكروب الى التهاب Septic Sore Throat والميكروب سالمونيلا تيفوزا *Salmonella typhosa* الذى يصل الى اللبن عن طريق الماء الملوث أو الثلج أو حابلى المرض ومنه ينتقل للانسان فيسبب ظهور أعراض حمى التيفود typhoid fever ، والميكروب ميكروكوكس بيجينز *Micrococcus pyogenes var. aureus* الذى كان يعرف باسم ستافيلوكوكس أوريوس *Staphylococcus aureus* ينتقل من الحيوان الى اللبن ومنه الى الانسان فتظهر أعراض المرض gastroenteritis

والميكروب كورينباكتريوم دفتريا *Corynebacterium diphtherias*
ينتقل من الإنسان المصاب إلى اللبن ومنه إلى الإنسان السليم فيصيبه
بالدفتريا *Diphtheria* .

بسترة اللبن :

يستمر اللبن بتعرضه للحد الكافي من الحرارة مدة كافية لقتل
جميع الأحياء الدقيقة الضارة . ويحدد الحد الأدنى لدرجات الحرارة ومدد
التسخين الذي يلزم لإبادة أكثر الميكروبات المرضية مقاومة للحرارة ، مع
مراعاة زيادة هذا الحد بقدر ضئيل زيادة في الاحتياط ، وكذلك مراعاة
تأثير المعاملة الحرارية على نكهة ومظهر وحجم اللبن والقيمة الغذائية .
ويستمر اللبن بالطريقة البطيئة *the holding method* أو بالطريقة
السريعة *the high temperature, short-time method* أو بالطريقة
الحافظة *flash pasteurization* - ففي الطريقة البطيئة يسخن اللبن
إلى درجة ١٤٢ - ١٤٣ ° فهرنهايت ويستمر التسخين على هذه الدرجة لمدة
نصف ساعة بعدها يبرد اللبن إلى درجة ٥٠ ° فهرنهايت على الأقل ؛ أما
الطريقة السريعة فتعني تسخين اللبن إلى درجة ١٦٠ ° فهرنهايت وإبقاء
اللبن على هذه الدرجة مدة نصف دقيقة بعدها يبرد اللبن إلى درجة ٥٠ °
فهرنهايت . وفي الطريقة الحافظة يسخن اللبن إلى درجة ١٦٠ - ١٦٥ °
فهرنهايت ويبرد مباشرة . ويعتقد بعض الصناع أن طريقتي البسترة
البطيئة والسريعة تفضلان طريقة البسترة الحافظة ، وتتلخص خطوات
البسترة البطيئة في استلام وتجميع اللبن ، والتنصيف ، والتسخين في
صهريج البسترة ، والتبريد ، والتخزين في صهريج مزود بقلبات ،
والعبئة ميكانيكياً ، والتخزين في غرفة التبريد .

وفي الطريقة البطيئة يستمر اللبن بطريقة الوجبات
batch-type pasteurizers أو بالطريقة المستمرة *continuous* ففي طريقة
الوجبات أو الدفعات يوضع اللبن في صهريج *tank* يسخن بالنابييه

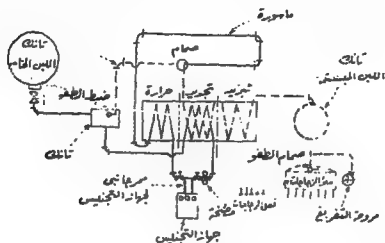
تمر حوله من الخارج أو بمسختات تتحرك بداخله ويقلب اللين أثناء تسخينه . ويجرى التسخين بالبخار أو بالماء الساخن الذى يمر فى الأنابيب . وبعد مضي ثلاثين دقيقة يبرد اللين فى نفس الصهريج أو فى صهريج آخر . وعملية التقلب أثناء بسترة اللين ذات أهمية بالغة . ويجب أن يزود صهريج البسترة بترموترات وبأجهزة تسجيل درجة الحرارة ، كما يجب التأكد تماما من انقضاء المدة اللازمة للبسترة . وفى كثير من الحالات يمرر اللين الحام فى أنابيب تسخين مؤدية الى صهريج البسترة حيث ترفع درجة حرارته الى الحد المطلوب ويترك المدة المناسبة . وطرق تسخين اللين متعددة ، فقد يمرر اللين فى أنابيب معدنية يحيط بها ماء ساخن ، أو يمرر اللين على سطوح أنابيب يجرى بداخلها ماء ساخن surface heaters مع احاطة الأنابيب واللين بغلاف معدنى أو زجاجى لمنع تلوث اللين من الهواء والقيار ، أو يمرر اللين على سطوح صفائح معدنية تسخن بمرور الماء الساخن على السطح المقابل لكل صفيحة plate-type heaters وهذه الصفائح تضم لبعضها بالضغط . وعقب انتهاء مدة التسخين المحددة يمرر اللين فى مبردات سطحية مشابهة للمسختات السابقة مع استعمال الماء العادى أو الأمونيا أو محلول ملحي فى التبريد ، وقد يكون جزء من المبرد يعمل بالماء بينما الجزء الآخر يعمل بالأمونيا أو بالمحلول الملحي . وهذه الطريقة تستلزم حرص العمال القائمين بها فى احتساب الوقت بالضبط .

وفى الطريقة البطيئة المستمرة تتحكم الأجهزة أوتوماتيكيا فى فتح وغلق صمامات دخول وخروج اللين بما يحقق بقاء اللين على درجة الحرارة المطلوبة المدة المحددة تماما . والشائع فى هذا النظام هو استخدام ٨-٤ صهاريج أو تقسيم الصهريج الواحد الكبير الى ٨-٤ أقسام ، وهذه الصهاريج جدرانها مزودة بمادة عازلة لمنع تسرب الحرارة ، ويضبط العمل بهذه الأجهزة بحيث يستمر تلقائيا فيبدأ ملء الصهريج الأخير فى الوقت الذى يكون فيه اللين قد قضى ثلاثين دقيقة على درجة الحرارة المطلوبة فى

الصهريج الأول وبدأ تفريره • وعادة يسخن اللبن قبل دفعه في صهاريج البسترة •

وفي الطريقة السريعة يستخدم جهاز للبسترة عبارة عن سخان ومبرد وأنبوبة معدنية ذات طول وقطر معينين يحددان على أساس الوقت الذي يستغرقه اللبن في المرور من بداية هذه الأنبوبة حتى تهيأيتها وقدره ١٥ - ١٦ ثانية عندما تقوم المضخة بدفعه بقوة وبسرعة ثابتتين محددين • وتستلزم هذه الأجهزة استخدام صمام الراجع الأوتوماتيكي diversion valve الذي يسمح بخروج اللبن بعد بلوغه درجة الحرارة المحددة وهي ١٦٠ - ١٦١ ° فهرتهيت بينما ينعكس وضعه ويمنع خروج اللبن عندما تنخفض درجة حرارة اللبن عن ١٦٠ ° فهرتهيت ولو بقدر ضئيل لا يتجاوز نصف درجة ، كذلك تؤخذ احتياطات أخرى متعددة في مثل هذه الأجهزة لضمان حسن سير العمل •

ويراعى دائما في تصميم أجهزة بسترة اللبن أن يستفاد من حرارة اللبن المبستر في تدفئة أو تسخين اللبن الحام المد للبسترة ، وهذا ما يعبر عنه بتبادل الحرارة regeneration or heat exchange وهذا يتبعه انخفاض الجهد اللازم للتبريد بعد البسترة ، ويؤدي هذا الاجراء الى خفض نفقات عمليات البسترة • وللاستفادة من التبادل الحراري تفمر أنابيب اللبن المبستر الساخن في اللبن الحام لتسخينه ، أو يمرر اللبن الساخن على أسطح صفائح معدنية ويمرر اللبن الحام على الأسطح المجاورة لها ، أو يمرر اللبن الساخن على أنابيب المياه وتستخدم هذه المياه الساخنة في تدفئة اللبن الحام • ويراعى في استخدام أجهزة البسترة عادة غمر بعض أجزائها في محلول معقم قبل أو أثناء تركيبها (أ) ورش بعض الأجزاء الأخرى بمحلول معقم (ب) •



نظام البسترة السريعة

تعبة اللبن :

يمر اللبن من أجهزة التبريد الى ماكينات التعبة مباشرة ، لكنه يفضل أن ينتقل اللبن المبستر المبرد الى صهرج التخزين surge or balance tank ومنه يمر الى ماكينات التعبة لتتأشى حدوث الطفح وتوقف عملية البسترة والتبريد بأكملها عندما تتعطل ماكينات التعبة . وتجرى التعبة تحت الضغط الجوى العادى أو تحت ضغط منخفض .

وتفصل الزجاجات يدويا أو تنقع فى محلول قوى به سودا كاوية داخل أجهزة النقع ثم تفصل بالرداذ أو بالفرش وتعقم بمحلول الكلور . ويلزم تحديد المدة المناسبة للنقع ودرجة حرارة وتركيز المحلول القلوى . والشائع هو نقع الزجاجات فى محلول تركيزه ٢٪ سودا كاوية على درجة ١٣٥° فهرنيت لمدة خمس دقائق ، مع مراعاة تعويض الانخفاض فى تركيز الصودا الكاوية أثناء النقع حيث أن بعضها يفقد مع الزجاجات التى بارحت حوض النقع وأن تركيز المحلول ينخفض بوجود ماء على الزجاجات المعدة للنقع متخلفا عن عملية الفسيل المبدئى السابقة لعملية النقع . وتزود أحواض النقع بترمومترات للتأكد من درجة الحرارة .

الى احتجاز قليل من الدهن على قماش الترشيح فتطوى عملية الترشيح . ويقتد جزء من دهن اللبن ، وهذا لا يحدث في حالة الترشيح على الساخن . ويعتبر الترويق أو التنقية clarification أكثر كفاءة في تنظيف اللبن من الترشيح filtration . ويروق اللبن بتعرضه لقوة الطرد المركزي لفصل الشوائب وينفصل معها جزء كبير من الخلايا المخافية epithelial والكريات البيض leucocytes التي تنتقل من الضرع الى اللبن أثناء الحليب وتزداد كميتها في حالة الأبقار المسنة والمصابة بجروح في ضروعها . وهذه الخلايا المنوه عنها تترسب عادة عند تجنيس اللبن مكونة راسبا رمادى اللون يسمى الى مظهر اللبن ، والمعروف أن عملية الترشيح لا تفيد في إزالة هذه الخلايا .

كيفية تجنيس وتدعيم اللبن :

يجنس اللبن بامراة خلال فتحات ضيقة تحت ضغط مرتفع يتجاوز ٣٠٠٠ رطل على البوصة المربعة ، ويقيد ذلك في تصغير حجم جسيمات الدهن فيزداد ثبات المستحلب ، بالإضافة الى فوائد التجنيس الثانوية وهى تحسين معامل هضم الخثرة وطعم اللبن . الا أن التجنيس يسبب نشاط انزيم الليبين ويترتب على ذلك ظهور نكهة التزنخ بقله في اللبن . ولذلك فبسترة اللبن قبل أو بعد تجنيسه مباشرة توقف نشاط الانزيم وتقلل من حدوث التغير في النكهة .

ويدعم اللبن بفيتامين D الذى يؤثر في تكوين العظام بالاشتراك مع الفوسفور والكالسيوم ، ويجرى التدعيم بثلاث طرق : فى الأولى تفنى مواشى اللبن على أغذية مدعمة بكميات محددة من الحميرة الغنية بالفيتامين irradiated yeast وهذه الطريقة مرتفعة التكاليف مقارنة بالطريقتين الأخريين . وفى الطريقة الثانية تسلط الأشعة فوق البنفسجية ultraviolet المنبعثة من قوسى الكربون carbon arc أو من مصباح بخار الزئبق والكوادترز quartz mercury vapor lamp على طبقة رقيقة من اللبن . وطريقة الإشعاع irradiation هذه تكسب اللبن فيتامين D

بمقدار ٤٠٠ وحدة دولية تقريباً في كل ربع quart من اللبن • وعادة يعامل اللبن الخام بالأشعة قبل بسترة ، لأن البسترة لا تقتل فيتامين D • وفي الطريقة الثالثة يضاف اللبن مستحضر فيتامين مركز مثل الارجو ستيرول المعامل بالأشعة أو زيت كبد الأسماك في صورة معلق في لبن مبخر أو زيت نباتي غذائي ، بنسبة ٤٠٠ وحدة دولية لكل رطل ، ويجرى ذلك قبل البسترة • وتمتاز هذه الطريقة بقلّة تكاليفها وعدم الحاجة إلى استخدام معدات خاصة •

الرقابة في مصنع الألبان :

يلزم مراقبة كافة العمليات في مصنع الألبان لتحقيق درجة الجودة: المثل ولضمان مطابقة اللبن للمواصفات الرسمية المحددة • وتبدأ الرقابة: بتقدير نسبة الدهن والحموضة في اللبن الخام قبل بسترة ، للتأكد من عدم انخفاض نسبة الدهن عن الحد المقرر وعدم ارتفاع نسبة الحموضة عن ١٨.٠ - ٢٠.٠ ٪ محسوبة في صورة حامض لكتيك. ويجرى اختبار العدد الكلي للبكتيريا bacterial counts للتأكد من كفاءة البسترة ونظافة المصنع وسلامة عمليات التداول ومطابقة اللبن للتشريعات الصحيحة • ويجرى عد البكتيريا بطريقة الفحص الميكروسكوبي المباشر Breed method أو بالطريقة المعملية Standard Plate method ، والطريقة الأخيرة هي المناسبة لاختبار اللبن المبستر نظراً لأن طريقة الفحص الميكروسكوبي المباشر تبين الميكروبات التي لم تقتل في عملية البسترة وكذلك الميكروبات التي قُتلت ولكن لم تفن • ويعمل ارتفاع عدد البكتيريا في اللبن المبستر بارتفاع عددها في اللبن الخام أصلاً ، أو باحتواء اللبن الخام على بكتيريا مقاومة للحرارة ، أو تلوث اللبن من أجهزة البسترة إذا لم تقمّل وتعقم ، أو تلوث العبوات غير المغسولة غير المعقمة ، أو التلوث نتيجة لوجود تنفيس في لحام العبوات ، أو عدم انتظام عملية البسترة طول المدة المحددة لها ، أو وجود كمية كبيرة من الرغاوى ، أو قصر مدة البسترة عن الحد المناسب. أو انخفاض درجة حرارة البسترة عن الحد المناسب ، أو عدم تبريد اللبن

جيدا عقب إستترته ، أو عدم كفاية التبريد في مخازن اللبن المعبا • وما يثير القلق في عملية البسترة احتواء اللبن الخام على بكتريا تتحمل حرارة البسترة Thermoduric Bacteria وبكتريا تتكاثر على درجة الحرارة العالية Thermophilic Bacteria • ويمكن الاختيار لوجود مثل هذه البكتريا في اللبن واجراء البسترة معملية باستخدام حمام مائي ذي جدران معزولة وترموستات لتنظيم درجة الحرارة ومقلب لجعل حرارة الماء متجانسة وأنابيب اختبار وحامل أنابيب وترموتر يوضع داخل إحدى الأنابيب ، ويفضل وضع اللبن في أنابيب معدنية مفتوحة من طرف واحد بدلا من الأنابيب الزجاجية وذلك لتسهيل توصيل الحرارة في معدن الأنابيب • ويجب غمر الأنابيب في ماء مثليج عقب البسترة مباشرة • والمعروف أن البكتريا المحبة للحرارة تؤدي الى فساد نكهة اللبن ولذا يجب التخلص منها • وهذه البكتريا تلوث اللبن الخام عادة فتنقل اليه من التربة أو المعلقة أو غير ذلك •

وتراقب عمليات غسيل وتعقيم المعدات والأدوات لمنع تلوث اللبن الذي يعتبر بيئة صالحة لنمو وتكاثر الاحياء الدقيقة • فيمرر الماء البارد أو الدافئ في أجهزة البسترة عقب سحب اللبن منها مباشرة لازالة بقايا اللبن ومنع التصاقها بالجدران ، ثم تفك الأجزاء وتغسل جيدا بمحلول مطهر وبعده بالماء العادي ، وأخيرا تعقم الأجهزة بالبخار أو بالماء الساخن على درجة ١٨٠° فهرنهايت أو بمحلول الكلور المحتوي على مائة جزء كلور في المليون على الأقل ، وترتفع نسبة الكلور الى ٢٥٠ جزء في المليون في المحلول المستخدم لرش السيارات وصهاريج التخزين •

ويمتنى بعملية غسيل الزجاجات بنقعها في محلول صودا كاوية تركيزه ٢ - ٣ ٪ على درجة ١٣٥ - ١٥٠° فهرنهايت لمدة ٣ - ٧ دقائق ، وبعدها تغسل الزجاجات بالفرش أو بالرداذات تحت ضغط لازالة بقايا المحلول القلوي ، ثم تعقم الزجاجات بمحلول الكلور بتركيز ١٥ جزء في المليون ، مع مراعاة دوام التساكد من تركيز الكلور في محلوله وتركيز

القلوى في محلوله • أما العلب الضفيح فتغسل في آلات الغسيل العادية أو الحلزونية باستخدام الماء أولا ثم محلول القسيل المحتوى على فوسفات ثلاثى الصوديوم أو ميتامليكات الصوديوم على ألا تزيد القلوية عن ٠.٠٥٪ لمنع تآكل سطح العلب ، ويلى ذلك غسيل العلب بماء عاوى ثم تعقيمها بالماء الساخن وبالبخار تحت ضغط مرتفع ، وتجفف العلب من الداخل بواسطة تيار من الهواء الساخن • ويمكن استبدال المحلول القلوى بمحلول حمضى لقسيل العلب •

ويجب مراقبة عملية البسترة بدقة ، ويمكن الحكم على كفاءة العملية باجراء اختبار الفوسفاتيز ، اذ أن هذا الانزيم يفسد نشاطه بتعرض اللبن لدرجة ١٤٣° فهرنهايت لمدة ثلاثين دقيقة • ويجرى هذا الاختبار بوضع كمية من اللبن مع مادة متفاعلة Substrate تحتوى على استرفينايل فوسفوريك ويترك المحلول فى المضمن على درجة حرارة جسم الانسان لفترة قصيرة ويضاف اليه دليل ، فى حالة عدم فقد انزيم الفوسفاتيز لنشاطه ينطلق الفينول مكسبا المحلول لونا أزرق نتيجة لاتحاده مع ٢ ، ٦ - داي برومو كينون كلورواميد 2,6-di-bromoquinonechlorolmide وهذا الاختبار بالغ الحساسية ، فهو يبين اضافة اللبن الخام الى اللبن المبستر بنسبة ٠.١٪ أو انخفاض درجة حرارة البسترة بمعدل درجتين أو قصر فترة تسخين اللبن بمقدار خمس دقائق •

طرق فصل القشدة :

بترك اللبن ساكنا فى الأواني بعض الوقت ترتفع حبيبات الدهن الى سطحه ويمكن كشط طبقة القشدة cream السطحية يدويا بعد مضى الوقت المناسب • وهذه الطريقة اليدوية تعطى قشدة غير متجانسة وغير ثابتة الصفات ، كما أن كمية الدهن التى تتخلف فى اللبن الفرز تكون كبيرة نسبيا مقارنة بالطرق الآلية • وفى الطريقة الآلية يستخدم الفراز separator الذى به يضمن الحصول على قشدة مرتفعة اللزوجة غنية

بالدهن طازجة المذاق نكهتها تشبه نكهة النقل وحموضتها تتراوح بين ٠.١٠ ، ٠.١٢ ٪ ، وهذا يستلزم بالطبع استعمال لبن جيد الصفات . فاللبن يوزن ويسخن الى درجة ٩٠ - ١٠٠ فهرنهايت بامراره على اسطح مسخنة او بامرار انايبب التسخين بداخله ، ويمرر في الفراز ، ويجمع اللبن الفرز في اوان ليستخدم في صناعة منتجات أخرى مثل اللبن الفرز المكثف واللبن الفرز المجفف واللبن الخض والجبن القريش ، وتنقل القشدة الى صهريج البسترة حيث تبستر على درجة ١٤٥ - ١٥٠ فهرنهايت لمدة نصف ساعة بعدها تبرد القشدة بسرعة لخفض درجة حرارتها الى ٣٨ - ٤٠ فهرنهايت وذلك بامرارها على مبردات سطحية ، واخيرا تعبأ القشدة في عبوات بالحجم المناسب وتعقق لمدة ٢٤ ساعة تقريبا . وقد انتشرت طريقة البسترة السريعة حاليا في بسترة القشدة .

طرق انتاج الزبد :

تفحص القشدة المعدة لصناعة الزبد من وجهات النكهة والحموضة والرائحة ووجود المواد القريبة . ويصير وجود هيفات الفطر في الزبد دليلا على قذارة وتعفن القشدة المستخدمة في صنعها . وتحسن صفات الزبد الناتج باضافة ملح الطعام الى القشدة بنسبة ١٠ - ١٣ ٪ ، اذ ان الملح يقلل عدد الاحياء الدقيقة . في القشدة ويحدد انواع الاحياء الدقيقة التي تنمو فيها ، فالملح يصسوق تكاثر الخمائر والفطريات ويمنع نمو البكتيريا المحللة للبروتينات proteolytic والدهون lipolytic . ويلاحظ ان الملح المضاف للقشدة المخزنة في علب أو اوان نحاسية يسبب تآكل القصدير والنحاس ، ولذا يفضل استخدام اوان مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ .

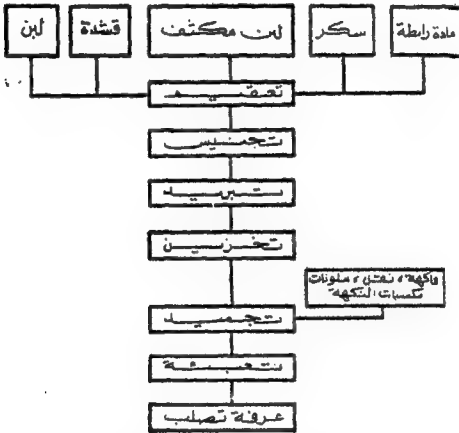
وتبدأ صناعة الزبد بوزن القشدة ومزجها ومعادلة حموضتها باضافة ملح قلوى مثل بيكربونات الصوديوم أو أكسيد المغنسيوم أو كربونات الكالسيوم ، ثم تبستر القشدة أو تعامل بالحرارة لاطالة فترة حفظ

الزبد التى ستنتج من هذه القشدة ، وتلقح القشدة ببادئ يحتوى على مجموعة أنواع من البكتريا المنتجة للحموضة وعوامل النكهة الطيارة ، وتسوى القشدة بتركها ثلاثة أو أربعة أيام على درجة ٥٧° فهرنهيت حتى تصل حموضتها الى ٠.٣ - ٠.٤ ٪ ، وتبرد القشدة ويضاف اليها قليل من مادة ملونة اذا لزم ذلك وتوضع فى جهاز الخض *churn* ، ويجمع اللبن الخض ، وتفصل بقايا الزبد فى الجهاز بالماء العادى ، ويضاف ملح اذا لزم ذلك وتمزج الزبد للحصول على القشوم المناسب والرطوبة المناسبة ، وتقطع الزبد بالأوزان المطلوبة وتغلف وتعبأ .

التعليقات :

تعرض فى الأسواق أصناف متعددة من الجيلاتى تتفاوت فى نسب مكوناتها ، فقد يصل هذا التفاوت الى ٨ - ١٢ ٪ فى نسبة الدهن أو ١٤ - ١٦ ٪ فى نسبة السكر أو ١٠ - ١٢ ٪ فى نسبة جوامد اللبن . وتتلخص طريقة صناعة الحلوى المجمدة *Frozen desserts* فى مزج المكونات جميعها ، فيما عدا الفواكه ومكسبات النكهة ، داخل وعاء مسخن ومزود بمقلبات ، ويستمر المخلوط على درجة ١٥٠ - ١٥٥° فهرنهيت لمدة نصف ساعة ، ويجنس المخلوط تحت ضغط يبلغ ٢٥٠٠ - ٤٠٠٠ رطل على البوصة المربعة لتنعيم القوام وتكسير حبيبات الدهن الكبيرة ، ويبرد المخلوط ويضاف اليه الفاكهة والمواد المكسبة للنكهة واللون ، ويجمد المخلوط بطريقة الوجبات أو بالطريقة المستمرة داخل جهاز التجميد *Freezer* المكون عادة من اسطوانتين متداخلتين يشغل الفراغ بينهما بالأمونيا أو بمحلول ملحي مبرد ، ويزود جهاز التجميد بجداثات ومكاشط أفقية اولاهما تدفع المخلوط تجاه الجدران ليتجمد بلامسته الجدران والثانية لكشط المخلوط شبه المتجمد واعادته الى الداخل ، وتؤدى عملية الدوران الى ادخال الهواء فى المخلوط فيزداد حجمه حتى تصل الزيادة *overtum* الى ٩٠ - ١٠٠ ٪ فى نهاية العملية . وتعبأ الجيلاتى يدويا أو آليا بأحجام وأشكال متعددة . وقد تجمد عيوبات الجيلاتى *solidified*.

بوضعها في غرفة درجة حرارتها - ١٠° الى - ٢٠° لتهبعت عقب الماء مباشرة ، وقد تغطى قطع الجيلاتى بالشيكولاتة او شرانج جوز الهند او مواد مكسبة للنكهة .



ويوضح الشكل المجاور طريقة صناعة الجيلاتى ice cream المحتوى على لبن وقشدة ولبن مكثف وسكر ومواد رابطة binder وملونة ومكسبة للنكهة .

طريقة صناعة جبن الشيدر :

يوضع اللبن في حوض قاعه يسمح بتصريف الشرش ويرتكر داخل حوض آخر لامكان التسخين بالماء الساخن ، وتضبط نسبة الدهن في

اللبن عند الحد المناسب وهو ٢٥٪ ، وترفع نسبة الحموضة في اللبن الى ١٧ - ٢٠٪ باضافة بادئ من بكتريا حامض اللبتيك ، وتضاف مادة ملونة بنسبة ١٪ - ٢ أوقية لكل ألف رطل من اللبن ، ويسخن اللبن الى درجة ٨٤ - ٨٨ فهرنهايت بامرار ماء سخاخن حول جدران حوض اللبن ، وتضاف كمية من الرين تكفى لتجبن اللبن خلال عشرين دقيقة على أن يخفف الانزيم بكمية من الماء توازى حجمه عشرين مرة تقريبا قبل اضافته وتقدر كمية المنفحة بحوالى ٢٥ - ٤ أوقية لكل ألف رطل من اللبن ، ويقلب اللبن جيدا ، وتقطع الخثرة الى مكعبات بأبعاد نصف بوصة باستعمال مجسوعة أسلاك رفيعة مثبتة فى اطار خشبي أو باستعمال المشاوط ، وتسخن قطع الخثرة الى درجة ٩٨ - ١٠٤ فهرنهايت بامرار بخار فى الماء المحيط بحوض الجبن ويستغرق هذا التسخين حوالى ٣٠ - ٤٠ دقيقة مع استمرار التقليب بخفة لمنع تكتل الخثرة ، ويصفى الشرش من أسفل الحوض مع مراعاة وضع مصفاة على فتحة الخروج ، وتكوم الخثرة فى أحد جوانب الحوض وترتك لتصفية الشرش وتماسك الخثرة ، وتقطع الخثرة الى قوالب بسبك ٢ - ٤ بوصة وبطول ٨ - ١٤ بوصة وبعرض ٦ - ١٠ بوصة ، وتقلب القوالب كل ربع ساعة مع تكويها فوق بعضها بارتفاع ٢ - ٦ قوالب لتتماسك الخثرة وهذه العملية تعرف باسم cheddaring ، وتمرر الخثرة داخل أسطوانة خاوية تدور حول نفسها ويمتد بداخلها صفائح رقيقة لتمزيق الخثرة الى قطع بعرض ١/٢ - ١ بوصة وبطول ٢ - ٣ بوصة وتسمى هذه العملية بالطحن milling ، وتقلب الخثرة لمنع الالتحام ويرش ملح الطعام على الخثرة بنسبة ١ - ٢٥ رطل لكل ألف رطل من وزن اللبن الاصلى ، وتوضع الخثرة فى اطار مبطن بقماش وقاعه عبارة عن قماش starched cheesecloth ويغطى سطح الخثرة بالقماش المنشى ، ويوضع على السطح قرص خشبي ويوضع الاطار بمحتوياته فى المكبس cheese press ويستمر كبس الخثرة لمدة ٢٤ ساعة بعدها يتأكد من وجود الفطاء فى موضعه الصحيح ويعاد الكبس لمدة ٢٤ ساعة أخرى ، وتجفف الجبن بضعة أيام بعدها

تغمس في حمام بارافين منصهر لتساعد الحرارة على قتل الفطريات الموجودة على السطح وليمنع البارافين انفصال ماء من الجبن أثناء فترة التسمية ، وتسوى الجبن بوضعها في غرفة مهواة على درجة ٤٠ - ٥٦٥ فهرنهيت . ويبدو أن بعض بكتريا الاستربتوكوكس لاكتس تنشيط في الجبن أثناء فترة التسمية وتنتج قدرا من الحامض يكفي لتقليل نمو أنواع البكتريا الأخرى .

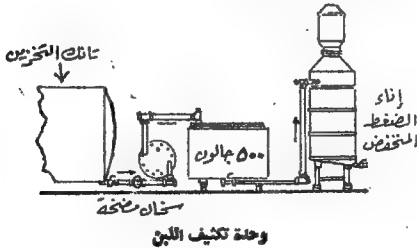
طريقة صناعة الجبن للطبوغ :

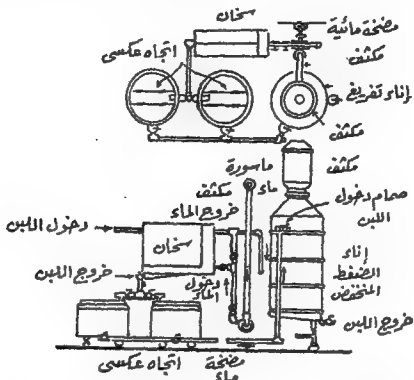
يتميز الجبن المعامل process cheese بالتجانس وبسرعة الانتاج ، ويستخدم في صناعة هذا الجبن درجتان من الجبن هما الجبن غير المسوى green or current cheese والجبن المسوى cured or sharp cheese ، وتحدد نسبة كل من الدرجتين في المخلوط على أساس انتاج النكهة المرغوبة ، والشائع هو اضافة ستة اجزاء من جبن الشيدر غير المسوى لكل جزء من جبن الشيدر المسوى . وتبدأ الصناعة بتدفئة الجبن المعد للاستخدام الى درجة ٥٧٠ فهرنهيت ، وينظف الجبن الشيدر لازالة قماش الجبن والبارافين والفطريات من سطحه وازالة الاجزاء المتغيرة اللون ، وتطحن الجبن وتمزج ، ويوضع حوالي ثمن كمية الجبن في وعاء الطبخ cooker لصفه ثم اضافة الماء وملح الطعام والسكر والمواد المعدلة للقوام plasticizer مثل فوسفات ثنائي الصوديوم بنسبة ١ - ٢٪ من وزن الجبن المستخدم وبقية الجبن المطحون اليه ، ويستمر في الطبخ على درجة ١٥٠ - ١٧٠ فهرنهيت لمدة ١٠ - ١٥ دقيقة مع استمرار التقليب لمنع انفصال الدهن ولادخال جزء من الهواء في الجبن فيزداد الحجم ولبسترة الجبن ، وتنقل عجينة الجبن الناتجة الى آلات التعبئة . ويمكن اضافة حامض اللكتيك او الخليك او البروبيونيك الى كتلة الجبن لخفض حموضتها الى pH ٤.٨ - ٥.٢ فيغنى ذلك عن تسوية هذا الجبن ويضى عن عمليات تقطيع وتكوين الخثرة cheddaring والطحن milling والتقطيع بالقماش hooping and bandaging وبذلك تنخفض مدة تصنيع الجبن

المعامل من بدء استلام اللبن الكامل الى ٢٤ ساعة فقط . وفى طريقة أخرى يضاف انزيمات محللة للدهن lipolytic enzymes لاسراع ظهور النكهة وتقصير فترة التسوية ، ويصل ذلك بأن الانزيم يحلل الدهن منتجا حمض بيوتريك تهدمه الاحياء الدقيقة وتبقى الأحماض الدهنية ذات الوزن الجزيئى المرتفع التى تشترك فى اكساب الجبن نكهته المميزة . ويخزن الجبن المطبوخ فى غرف مبردة .

طريقة صناعة اللبن المكثف :

يكثف اللبن فى اوعية تحت ضغط منخفض اذ يبلغ التفريغ حوالى ٢٥ بوصة ولذلك فاللبن يقلى على درجة ١٢٠ - ١٢٥° فهرنهايت . وصهرج التبخير evaporator يصنع من النحاس أو الصلب المغطى بالايانامل بقطر يتراوح بين ٢ ، ٧ قدم . وعادة يكون قاع الصهرج مقعرا concave والجدار مزدوجا لمرار بخار التسخين فى الفراغ بين الجدارين ، والسطح الداخلى تمتد عليه أنابيب بخار تساعد فى التبخير . وتتلخص طريقة الصناعة فى تسخين اللبن الى درجة ١٦٥ - ١٨٥ فهرنهايت . وتسخين صهرج التفريغ ، وخفض الضغط داخل الصهرج باستخدام مضخة ، ودفع اللبن داخل الصهرج مع فتح صمام بخار التسخين ، وسحب اللبن للخارج بعد بلوغه درجة التركيز المطلوبة ، وتبريد اللبن على مبردات سطحية أو فى مواسير التبريد . وأحيانا يستلزم الأمر تعديل نسبة الدهن للجوامد الكلية بإضافة زبد أو جوامد لبنية غير دهنية . واللبن المبخر الناتج يجنس ويبرد ويسبأ وتمعم العبوات . وفى حالة اللبن المكثف المحلى يجب ضبط تركيزه قبل التبخير كما يجب الاسراع فى تبريده وذلك بالتقليب أثناء التبريد .





وحدة تكثيف اللبن وفيها يستخدم الماء المتخلف لتسخين اللبن

الجبن اليمياطي :

تنتج الجمهورية العربية المتحدة نوعاً من الجبن يدخل ضمن نطاق الجبن الطري ويعرف باسم الجبن اليمياطي . ويصنع هذا الجبن من لبن كامل الدسم عادة ، لكنه يصنع أحياناً من لبن معدل أو من لبن كامل مضافاً إليه لبن فرز . وفي حالة صناعة الجبن اليمياطي من لبن الأغنام يعرف باسم الجبن الضان لتمييزه عن نظيره المصنوع من لبن البقر أو الجاموس .

وتتلخص طريقة صناعة الجبن اليمياطي في إضافة ملح الطعام إلى اللبن بنسبة ٥ - ١٠٪ في فصل الشتاء أو ١٠ - ٢٠٪ في فصل الصيف ، بقصد تحسين طعم الجبن وزيادة وزنه وتقليل نشاط الأحياء الدقيقة فيه . وتزداد نسبة الملح المضاف في حالة ازدياد التلوث وطول مدة التخزين في الجو العادي . ويفضل تصفية اللبن خلال شاش نظيف عقب إذابة الملح للتخلص من الشوائب . ثم يدفأ اللبن باللهب المباشر أو بالبغار المار بين جداري حوض التجبن إلى درجة ١٠٠° فهرنهايت وهي الدرجة المناسبة للنشاط الإنزيمي . وقد تعدل طريقة التسخين

بحجز ثلث كمية اللبن لتسخينها لدرجة ١٧٠° فهرنيت واضافتها الى بقية اللبن المتبقي فيه كمية الملح بأكملها فتتخفص درجة حرارة اللبن جميعه الى حوالى ١٢٠° فهرنيت ثم يبرد اللبن الى درجة مائة فهرنيت . ويضاف انزيم الرنين المعروف باسم المنفحة الى اللبن عقب بلوغ درجة الحرارة المناسبة ، فيخفف عشرون مليلترا من المنفحة الاساسية بخمسة أمثال حجمها ماء بارد وتضاف هذه الكمية الى مائة رطل من اللبن مع التقليب الكلى لمدة ثلاث دقائق يتلوها تقليب سطحي لمدة خمس دقائق . وتزداد كمية المنفحة المضافة بزيادة نسبة الدهن في اللبن وبزيادة نسبة الملح المضاف وبانخفاض النشاط الانزيمى لمستحضر المنفحة وكذلك فى حالة استعمال لبن جاموس أو لبن مبستر . ويترك اللبن بعد اضافة المنفحة لمدة ثلاث ساعات تقريبا يتم التجبن وتكوين الخثرة وتفصلها عن جدران الحوض بسهولة ، مع مراعاة حفظ درجة حرارة اللبن عند ١٠.٥ مئوية تقريبا ، فتعبأ حينئذ فى قوالب صفيح أو ألومنيوم منقبة ونرس على سدادات خشبية وتترك للتصفية ، مع مراعاة قلب الخثرة فى انقلب رأسا على عقب بعد مضي يوم كامل ثم مرة كل ١٢ ساعة لمدة يوم أو يومين بعدها تنزع أقراص الجبن من القوالب . وقد يستعاض عن القوالب المعدنية ببروايز خشبية توضع بداخلها الخثرة ملفوفة فى قماش الشاش ومن فوقها ثقل يدفع الشرش خارج الخثرة تدريجيا ، ويزال البرواز الخشبي بعد ساعة وتترك الخثرة ساعتين بعدها يضغط عليها بوزن معتدلة لمدة ساعة ثم توضع بين لوحين خشبيين يملوهما ثقل وتترك لمدة ١٢ ساعة بعدها يضاف ثقل آخر مماثل وتترك لمدة ١٢ - ١٨ ساعة ثم تقطع الخثرة بالأبعاد المطلوبة . وتتراوح كمية الجبن الليمياطى الناتجة بين ٢٠ ، ٣٠٪ فتزداد فى حالة ارتفاع نسبة الدهن وازدياد كمية الملح المضافة وانخفاض الضغط الواقع على الخثرة أثناء التصفية وقصر مدة التصفية وانخفاض درجة الحرارة أثناء التصفية وكذلك فى حالة استعمال اللبن الجاموسى .

وعندما يراد تخزين الجبن الليمياطى بعض الوقت يجرى ذلك بتعبئته داخل صلفائح معدنية مقمورا فى الشرش المعقم بالغليان لتساعد ملوخته على الحفظ . ومن الممكن استبدال الشرش باللبن الفرز أو باللبن المخفف . وتسوى الجبن الليمياطى أحيانا بتخزينها على درجة الحرارة العادية أو على درجة ٦٠° فهرنيت أو ٤٠° فهرنيت ، ولكل من هذه الطرق أثرها فى صفات ووزن الجبن . وجبن اللبن البقرى المخزن لمدة ستة أشهر يحتوى على ٥٥ / رطوبة ، ٢٠ / دهن متنسوبا للمادة الطازجة ،

٥٪ ملح ، بينما جبن اللبن الجاموسى المخزن لنفس المدة به ٥٢٪ وطوبة ،
٢٥٪ دهن ، ٥٪ ملح .

ويمكن استعمال اللبن المبستر على درجة ٥١٦٥٠ فهرنهايت حنة
ربع دقيقة فى صناعة التبن الدمياطى ، فيبرد اللبن الى درجة ٥١٢٠
فهرنهايت ويضاف اليه الملح بنسبة ٧ / ، أو بنسبة مضاعفة عندما يراد
تخزين الجبن ، ويصفى اللبن وتضبط درجة حرارته عند ٥١٠٥ فهرنهايت
ويضاف اليه كلوريد الكالسيوم بنسبة ٠.٠٥٪ مذابا فى الماء ، اذا أريد
ذلك ليساعد فى تجبن اللبن المحتوى على نسبة مرتفعة من الملح ، وتضاف
المنفعة مع التقليب ويستمر العمل كما سبق شرحه . وتصنع كميات
من الجبن الدمياطى من لبن مبستر بدون اضافة ملح .

وأبرز عيوب الجبن الدمياطى هى وجود الجيوب الغازية فى الجبن
نتيجة لضغط الغازات المتولدة من نشاط بعض أنواع البكتريا الملوثة للبن
والخثرة ، ووجود الذباب ويرقاته فى الجبن الملوث ، وظهور عفونة ونكهة
غير مرغوبة بسبب امتصاص اللبن للروائح الكريهة أو التلوث ، وتجلد
الجبن بسبب ارتفاع الحموضة ودرجة حرارة تصنيع اللبن ، وظهور الطعم
المالح الشديد ، ووجود مواد غريبة فى الجبن . ويمكن تلافى هذه العيوب
بالبسترة والتصفية وضبط ظروف التصنيع ومراعاة اشتراطات
النظافة .

اختبارات اللبن ومنتجاته :

يجرى على اللبن ومنتجاته العديد من الاختبارات العملية بقصد التأكد
من المطابقة للمواصفات وتحديد درجة الجودة . وفيما يلى أهم هذه
الاختبارات .

أخذ عينات اللبن :

لضمان تجانس عينة اللبن وجعلها ممثلة للكمية المأخوذة منها العينة
يقلب اللبن جيدا بمقلب plunger أو ينقل من وعاء لآخر عدة مرات ، مع
مراعاة تدفئة اللبن الى درجة ٥١٠٠ فهرنهايت قبيل أخذ العينة لتسهيل
امتزاج المكونات . وإذا كان اللبن موزعا فى مجموعة من الأوانى فتؤخذ

كمية من كل وعاء بنسبة ثابتة من محتوياته وتضاف الكميات المأخوذة الى بعضها وتمزج جيدا ، على أن تكون العينة النهائية في حدود ربع أو نصف لتر لتغطي احتياجات الاختبارات العملية . ويفضل استخدام قلم أخذ العينات أو dipper في هذه العملية .

وأحيانا تقتضى الظروف أخذ عينة ممثلة من اللبن الوارد للمصنع على مدار أيام الأسبوع أو أكثر قليلا على أن تمزج هذه العينات المأخوذة ببعضها وتحلل العينة المركبة composite sample الناتجة . وهذا يستلزم رج العينة يوميا عند إضافة قدر جديد إليها ، كما يستلزم إضافة مادة حافظة تمنع فساد اللبن طول مدة حفظ العينة وهي أسبوع أو أسبوعين ، بالإضافة الى تلوين اللبن للتحذير من شربه . ومن مواد حفظ عينات اللبن الشائعة محلول الفورمالين تركيز ٤٠ / بنسبة واحد في الألف من حجم اللبن ، أو بيكرومات البوتاسيوم بنسبة نصف جرام في اللتر من اللبن ، أو كلوريد الزئبقيك المضاف اليه مادة ملونة والتي يعرف أحد مستحضراته التجارية بالاسم corrosive sublimate لعينة اللبن بنسبة ٠.٥ - ١ / ٠. وهذه المواد الحافظة لاتتصاف للبن المراد تحليله بكتريولوجيا ، بل يلزم البدء في التحليل بمجرد أخذ العينة .

ويراعى الدقة في كتابة البيانات المتعلقة بعينة اللبن على بطاقة الزجاجة ، وتحفظ العينة في مكان بارد مظلم . وإذا اقتضى الأمر نقل عينات اللبن الى مكان بعيد فيراعى تبريد هذه العينات بوسيلة مناسبة كان توضع في صندوق العينات معاطة بالثلج .

وعند البدء في تحليل اللبن توضع العينات لمدة نصف ساعة في حمام مائي درجة حرارته ١٠٥ - ١١٠ فهرنيت لضمان امتزاج الدهن المتجمع على سطح اللبن بباقي المكونات .

الحصى القاهرى للبن :

تقاس درجة حرارة اللبن الوارد للمصنع بواسطة ترمومتر نظيف
للتأكد من برودته الى الدرجة المناسبة وهى ٤٠ - ٥٠ ° فهرنهيت .

ويفحص اللبن بالعين المجردة للاستدلال على وجود قطع لبنية توحى .
بتعرض اللبن لرج شديد أثناء نقله او تجبته جزئيا بتأثير ارتفاع الحموضة ،
او تخثره جزئيا تحت تأثير الظروف المرضية للماشية . وتشاهد حبيبات
النشا ايضا ان وجدت فى حالة غش اللبن بمادة مائلة كالنشا . وبرج
زجاجة العينة يتكون غشاء من اللبن على جدران الزجاجاة تتفاوت درجة
شفافيته تبعا لدرجة لزوجة اللبن ، فتكون الطبقة رقيقة فى حالة اللبن
المضاف اليه ماء .

وبالنظر الى لون اللبن يمكن تمييز اللبن الجاموسى الناصع البياض
من اللبن البقرى المصفر بتأثير الكاروتين . واذا ظهر لون دعوى فى اللبن
دل ذلك على مرض الماشية ، بينما ظهور بعض الألوان الأخرى يدل على
التلوث بميكروبات معينة . ويدهى أن لون اللبن يتغير بوضوح فى حالة
تغير تركيبه ، كما هو الحال عند نزع جزء من القشدة اذ يتجه اللون تجاه
لون اللبن الفربز الأبيض المائل للأزرق الخفيف . أما الشرش فلونه الأصفر
المخضر ناتج عن وجود الأربوفلافين .

وبترشيح اللبن خلال القطن النظيف تنفصل منه المواد الغريبة
الصلبة ، كاجزاء الحشرات والشعيرات والتراب والقش وغيرها .

وللبن طعم مميز يتأثر بنسب مكوناته الى بعضها ، ويتغير هذا الطعم
بدرجات متفاوتة تبعا لمؤثرات خارجية منها تأثير حرارة التسخين على سكر
اللبن وبروتيناته ، واكتسب كمية من الدهن بتأثير فعل الملامسة للنحاس
او الحديد او الضوء ، وتغير تركيب بعض مكونات اللبن بتأثير نشاط
البكتريا ، واكتساب طعم مواد الطليقة وأدوية علاج المواشى .

ورائحة اللبن ضعيفة ، ولذا فظهور رائحة قوية في اللبن قد يكون سببه امتصاص رائحة من طعام الماشية أو أواني الحليب أو المتخلفات في الحظائر .

الوزن النوعي :

يقدر الوزن النوعي اللبن بقصد التعرف على غشه. فالوزن النوعي اللبن الكامل ١٢٨-١٣٠ و١٣٦-١٣٨ . وتنخفض هذه القيمة في حالة إضافة الماء الى اللبن ، بينما ترتفع القيمة عند نزع جزء من الدهن الذي ينخفض وزنه النوعي عن الواحد الصحيح أو عند إضافة لبن فرز الى اللبن الكامل حتى تصل القيمة الى ١٣٩ وهي الوزن النوعي اللبن الفرز .

ويقدر الوزن النوعي بالطرق السابق شرحها في الجزء الثالث وهي طريقة قنينة الكثافة وطريقة ميزان وستفال وطريقة ايدرومتر اللاكتومتر .
وتصحح قراءة الايدرومتر تبعا لاختلاف درجة الحرارة ، بإضافة أو طرح عشر درجة لكل درجة حرارة فهرنيتية اذا زادت أو نقصت درجة حرارة اللبن عن الدرجة المدرج عليها الايدرومتر . وبقسمة قراءة الايدرومتر المصححة على ألف وإضافة واحد صحيح لناتج القسمة ينتج الوزن النوعي .

وينصح بتدفئة اللبن عقب الحليب مباشرة الى درجة ٥١.٤ فهرنيت ، وبعد انقضاء خمس دقائق على هذه الدرجة يبرد اللبن الى درجة ٦٠ فهرنيت ويقدر وزنه النوعي .

ويمكن استخدام لاكتومتر الكثافة في تقدير كثافة اللبن بعد تدفئته لمدة خمس دقائق على درجة ٥١.٤ فهرنيت وتبريده الى درجة ٥٦.٨ فهرنيت .

الحموضة الكلية :

لتقدير الحموضة الكلية يوضع عشرة مليلترات لبن في جفنة ويضاف إليها مليلتر واحد من محلول الفينولفثالين تركيزه نصف في المائة ويعادل اللبن بالصودا الكاوية قوة $\frac{1}{4}$ أساسى حتى يظهر لون وردى خفيف يستمر خمس ثوان - وتحسب الحموضة الكلية من المعادلة :

$$\frac{\text{عدد مليلترات الصودا } 1 \times 0.1 \times 100}{\text{عدد مليلترات اللبن}} = \text{الحموضة الكلية } \%$$

وهذه الحموضة مرجعها الى أملاح النوسفات والسترات والكايزين وغاز ثانى أكسيد الكربون التى تسبب الحموضة الطبيعية فى اللبن مضافا إليها حامض اللكتيك الناتج من تحول جزء من سكر اللبن الى الحامض بفعل الأحياء الدقيقة وهذا مايعبر عنه بالحموضة الإضافية .

وعادة يكتفى بالتحرف على حموضة اللبن فى نطاق ازديادها أو انخفاضها عن الحد المقرر المسموح به وهو ٠.٢٪ بأجراء اختبار سريع يتأخص فى إضافة كمية الصودا والدليل. اللازمة لمعادلة الحموضة البالغ قدرها ٠.٢٪ وهو ٢ مليلتر صودا كاوية مضافا إليها مليلتر محلول فينولفثالين وملاحظة ظهور أو عدم ظهور اللون الوردى . كذلك يمكن الاستدلال على الحموضة الكلية بتقدير الحموضة الفعلية pH فى اللبن . فاللبن الكامل حموضته الكلية ٠.١٢٥ - ٠.١٦٥ ٪ وهذه تقابل pH ٦.٦ - ٦.٨ ، وينخفض رقم pH الى ٦.٥ عندما ترتفع الحموضة الكلية الى ٠.٢ / . وتقدر قيمة pH باستخدام الطريقة الكهربائية أو بغمس أوراق دليل أزرق البروموثيمول فى اللبن فتتلون باللون المخضر فى اللبن الطبيعى أو باللون المصفر فى اللبن المرتفع الحموضة أو باللون الأزرق فى اللبن الواضح القلوية .

التجبن بالغل والترسيب :

يوضع خمسة مليلترات من اللبن في أنبوبة اختبار ، وتسخن الأنبوبة في حمام مائي يغلي لمدة خمس دقائق - بعدها تلاحظ قطع الخثرة المتجبنة أن وجدت ، فهي تدل على ارتفاع الحموضة في اللبن أو احتوائه على بكتريا تفسر أنزيم الرنين • واللبن السرسوب ، أى المحلوب من أبقار حديثة الولادة ، يعطى نتيجة ايجابية دائما في هذا الاختبار المعروف باسم اختبار التجبن •

وبإضافة كحول الايثايل المتعادل ذى الكثافة ٨٩٥ر٠ على درجة ١٥ر٥ بتركيز ٦٨٪ الى ٢ - ٥ مليلترا من اللبن بحجم مماثل ورج الأنبوبة المحتوية على اللبن والكحول تتكون قطع الكازين المتجبن في الظروف المائلة لما سبق ذكره • ويعرف هذا الاختبار باسم اختبار الترسيب •

وعندما يضاف دليل الاليزارين في اختبار الكحول السابق يتغير الاسم الى اختبار الاليزارين أو اختبار الكحول والاليزارين • والقصد من اضافة الدليل هو تحديد سبب التجبن لأن لون الدليل يكون مصفرا في حالة ارتفاع الحموضة في اللبن بينما يكون بنفسجيا في اللبن العادى أى عند pH ٦ر٦ • ويضاف الاليزارين للكحول بنسبة ٠ر١٪ ثم يخفف الكحول بالماء الى تركيز ٩٥٪ •

الدهن :

يوضع في أنبوبة جبر Gerber butyrometer الجافة عشرة مليلترات بالضبط حامض كبريتيك مركز وزنه النوعى ١ر٨٢٠ - ١ر٨٢٥ ويضاف إليها ١١ مليلترا بالضبط من اللبن المدفأ لدرجة ٦٠ - ٥٧ • فهرنهايت ومليلتر واحد كحول أميل وزنه النوعى ٨١٥ر٠ وتسد الأنبوبة وترج بحركة رجوية • وعندما تذوب الخثرة تقلب الأنبوبة لمزج محتوياتها • ثم توضع الأنبوب في جهاز الطرد المركزي ، ويدار الجهاز بسرعة ١١٠٠

دورة في الدقيقة لمدة ثلاث أو أربع دقائق ، بعدها تنقل الأنايب الى حمام مائي وتترك لمدة ثلاث أو أربع دقائق على درجة ٥٦٥ ± ٥٢ مئوية في حالة ما اذا كانت آلة الطرد المركزي تسخن كهربائيا أثناء دورانها .
وأخيرا تقرا نسبة الدهن في ساق الأنوبة .

وفي حالة احتواء اللبن على فورمالين يفضل تخفيف عينة اللبن بمثل حجمها ماء مقطر لتحاى صعوبة ذوبان الكازين في الحامض وتولد الغازات والفوران ، مع مراعاة مضاعفة قراءة الدهن في نهاية الاختبار .

الجوامد اللبنية :

يثبت وزن طبق الرطوبة الألومنيوم في الفرن على درجة ٩٠٠ مئوية ، ثم يوضع فيه خمسة مليلترات من اللبن . يوزن الطبق بالعينة لمعرفة وزن العينة . يسخن الطبق في حمام مائي يغلي لمدة نصف ساعة لتكسير الطبقة البروتينية السطحية ، ثم ينقل الطبق الى الفرن ويترك على درجة ٩٠٠ مئوية لمدة ثلاث ساعات ، بعدها يبرد الطبق في المجفف لمدة نصف ساعة ويوزن . ويعاد تجفيف العينة لمدة نصف ساعة ووزنها للتأكد من ثبات الوزن ، وقد يستلزم الأمر تكرار هذه العملية . وينسب وزن المادة الجافة الى وزن اللبن وتضرب النسبة في مائة للحصول على النسبة المئوية للجوامد اللبنية الكلية .

وقد يجرى التقدير السابق في فرن التفرغ على درجة حرارة أقل من ٩٠٠ مئوية . وتبلغ الجوامد الكلية حوالى $١٦ - ١٨\%$ في اللبن الجاموسى ، $١١.٥ - ١٤\%$ في اللبن البقرى .

وبطرح النسبة المئوية للدهن من النسبة المئوية للجوامد الكلية تنتج النسبة المئوية للجوامد اللاذهنية .

وكثيرا مايستعاض عن الطريقة الكيميائية السابقة بطريقة حسابية

سريعة تتوقف على معرفة الكثافة أو الوزن النوعي للبن ونسبة الدهن به .
 مثال ذلك الطريقة رتشموند *Richmond's-slide rule* وطريقة جد أول العلاقة
 بين الجوامد اللبنية والكثافة أو الوزن النوعي . ويستخدم في الحساب
 معادلات رتشموند أو فلايشمان *Fleischman* أو بابكوك أو المعادلات
 المصرية .

$$\text{الجوامد الكلية } \% = \frac{\text{قراءة اللاكتومتر المصححة } ٥٦٠ \text{ في}}{4} + \frac{1}{5} \text{ الدهن } \% + ١٤ =$$

في اللبن البقري
 « رتشموند »

$$\text{قراءة اللاكتومتر المصححة} \\ - \frac{1}{4} + ٢٢ \text{ الدهن } \% + ٢٥ =$$

« فلايشمان »

$$= ٢٥ \text{ قراءة اللاكتومتر المصححة} + ٢٢ \text{ الدهن } \%$$

« بابكوك »

$$= ١٢٧٥ + ١٦٠ \text{ الدهن } \% - ٢٠ \text{ قراءة لاکتومتر}$$

الكثافة على درجة ١٥ م « غنيم »

$$\text{الجوامد غير} \\ \text{الدهنية } \% = ٢٠ \text{ قراءة لاکتومتر الكثافة } ٢٠ \text{ م} + ٢٠ =$$

في اللبن البقري الدهن \% + ١٨٧ « فهمي »

$$= ٢٠ \text{ قراءة لاکتومتر الكثافة } ٢٠ \text{ م} + ٢٠ =$$

الدهن \% + ١٧٧ « فهمي »

$$\text{الجوامد الكلية } \% \text{ في اللبن الجاموسي} = ٢٧ \text{ قراءة اللاكتومتر المصححة}$$

+ ١٩١ الدهن \%

رتشموند

انجوامد غير الدهنية٪ في اللبن الجاموسي = ٣ر. قراءة لاكمتر الكثافة
 ٢٠م + ٢.٠ الدهن٪ - ١٠ر = ٣ر. قراءة لاكمتر الكثافة ٢٠م
 ٢.٠ الدهن٪ - ١٦ر

الجوامد الكلية٪

في اللبن الجاموسي = ٣٥ر + ١٥٠ الدهن٪ - ٤ر. قراءة لاكمتر
 الكثافة على درجة ١٥ م « فنيم »

وتفيد تقديرات الدهن والجوامد الكلية والجوامد غير الدهنية والوزن
 النوعي في التعرف على طريقة وسيلة غش اللبن . فإضافة الماء للبن تسبب
 انخفاض كل هذه النسب . وإضافة اللبن الغرز أو نزع جزء من القشدة
 يخفض نسبتي الدهن والجوامد الكلية بينما يرفع الوزن النوعي . وإضافة
 لبن فرز وماء ممسا يخفض نسب الدهن والجوامد الكلية والجوامد
 اللادهنية ، أما الوزن النوعي فينخفض أو يرتفع .

المواد الحافظة والمضادات الحيوية بصفة عامة :

تلحق عينة اللبن ببكتريا حامض لكتيك وتحفظ في المحضن على درجة
 ٣٠م مئوية ، وتقدر حموضة اللبن على فترات من الوقت . وتقارن النتيجة
 بنظيرتها لعينة لبن معروفة خالية من المواد الحافظة والمضادات الحيوية
 تلحق وتوضع في المحضن بجوار العينة المجهولة . فيلاحظ انخفاض معدل
 الارتفاع في حموضة اللبن نتيجة للتأثير المثبط للمضادات الحيوية والمواد
 الحافظة على بكتريا حامض اللكتيك .

الفورمالدهيد :

يخفف ثلاثة مليلترات لبن بمثل حجمها ماء ، ويضاف إليها خمسة
 مليلترات حامض كبريتيك تجارى أو حامض كبريتيك تقى مضاف إليه
 ١٪ كلوريد حديديك باحتراس بحيث يسيل على جدران الأنبوبة .

فيشاهد تكون حلقة بنفسجية عند سطح الانفصال بين اللبن والحامض
في حالة وجود الفورمالين •

فوق أكسيد الأيدروجين :

يخفف عينة اللبن بمثل حجمها لبن خام خال من الإضافات ويضاف
اليها في انبوبة الاختيسار نقط من محلول مائي للبارافينيلين داي أمين
P-phenylene diamene تركيز ٢٪ ، وترج محتويات الانبوبة فيلاحظ
ظهور لون أزرق ان وجد فوق أكسيد الأيدروجين •

البوراكس :

يوضع عشرون مليلترا من اللبن في كأس ويضاف اليها مليلتران
من محلول الفينولفثالين ، وتمادل الحموضة بالصودا الكاوية حتى يظهر
لون وردي • وتقسم محتويات الكأس الى نصفين يضاف الى أحدهما حجم
مماثل من الماء المقطر بينما يضاف للثاني حجم مماثل من محلول الجليسرين
المتعاد تركيز ٥٠٪ فيشاهد اختفاء اللون في القسم الثاني ان وجد
البوراكس أو حمض البوريك •

القلويات :

يوضع عشرة مليلترات من اللبن في كأس ويضاف اليها حجم مماثل
من الكحول ٩٥٪ وتقطتان من محلول حامض الروزوليك rosolic acid
تركيز ١٪ وتمزج محتويات الكأس فيشاهد ظهور لون وردي ان وجدت
الكربونات والبيكربونات بسبب تحول pH تجاه القلوية أي ٧ - ٨ •
ولون بني اذا كان اللبن خاما عاديا •

الأناتو :

يضاف عشرة مليلترات من الاثير الى عشرة مليلترات من اللبن مع الرج الشديد ، ويترك المزيج سسائنا بعض الوقت ويشاهد اللون الأصفر فى الاثير الناشء عن اضافة الأناتو .

العد البكتيرى :

تؤخذ قطرة من عينة اللبن وتنشر فى مساحة سنتيمتر مربع على سطح شريفة زجاجية ، ويحفظ اللبى بسرعة ثم تغمس الشريفة فى صبغة نيومان لمدة ربع دقيقة ، وبعدها توضع الشريفة تحت الماء الجارى وتجفف وتلخص بالعدسة الزيتية للميكروسكوب لحصر عسدد مجاميع الخلايا البكتيرية .

وفى طريقة اخرى تخفف عينة اللبى ويوضع حجم معين منها على بيئة غذائية داخل طبق بترى ، وبعد حفظ الطبق داخل المحضن على درجة ٣٠ مئوية لمدة ١٢ - ٤٨ ساعة بعدها يفحص الطبق ميكروسكوبيا لحصر عدد مجموعات الخلايا البكتيرية .

وفى طريقة ثالثة سريعة يكتفى بأخذ فكرة عملة سريعة عن مدى التلوث البكتيرى بمعرفة سرعة اختزال لون صبغة أزرق الميثيلين أو صبغة الـريزازيورين المضافة الى عينة اللبى والمدفأة فى حمام مائى على درجة ٣٧.٥ مئوية .

صفات الحفظ :

تترك عينة اللبى على درجة ٣٠ مئوية وتلخص كل ست ساعات من وجهات الطعم والرائحة وسرعة التجبن ، ويحدد الوقت الذى ينقضى قبيل فساد العينة .

الفوسفاتيز :

يوضع في أنبوبة اختبار عشرة مليلترات من محلول الفوسفات المنظم ، المحضر بإذابة ١ر٠٩ جراما ثنائي صوديوم فيناتيل فوسفات في الماء المقطر المشبع بالكلوروفورم وتكملة الحجم الى لتر وإضافة عشرة مليلترات كلوروفورم ، ويضاف في الأنبوبة نصف مليلتر من اللبن مع الرج ، وتدفا الأنبوبة لمدة عشر دقائق في حمام مائي على درجة ٤٧° مئوية ، وبعدها تبرد الأنبوبة الى درجة ١٥° مئوية بغمرها في الماء البارد ، ثم يضاف ٥ر٤ مليلترا من محلول فولن Folin وترج الأنبوبة جيدا لمدة ثلاث دقائق بالضبط وترشح المحتويات ويستقبل الراشح في أنبوبة اختبار مدرجة ويضاف للعشرة مليلترات من الراشح مليلتران من محلول كربونات صوديوم لامائية تركيزه ١٤٪ ، وتترك الأنبوبة لمدة دقيقتين بالضبط داخل ماء على درجة الفلتيان . وأخيرا تقرأ درجة اللون في السائل . وهذا الاختبار يفيد في التعرف على كفاءة عملية البسترة .

المكارة :

يوضع أربعة جرامات من كبريتات الأمونيوم النقية في دورق مخروطي ويضاف إليها عشرون مليلترا من اللبن مع الرج لإذابة الملح ، وبعد خمس دقائق يرشح اللبن ويؤخذ خمسة مليلترات من الراشح في أنبوبة اختبار ، وتغمر الأنبوبة في ماء يقفل لمدة خمس دقائق ، بعدها يبرد السائل ويسلط عليه الضوء لمشاهدة المكارة ان وجدت . وهذه المكارة تدل على عدم كفاءة عملية تعقيم اللبن .

الفصل الثالث

الالتزامات في التصنيع الغذائي

تلعب الانزيمات دورا هاما في التصنيع الغذائي ، ويظهر نشاطها في كثير من عمليات التصنيع . مثال ذلك تأثير الانزيمات في فساد المنتجات الغذائية ، واستعمال الانزيمات في صناعة الجبن ، وعلاقة الانزيمات بتنفس الحبوب ، وتأثير انزيمات الأميليز والبروتينيز على صفات الخبز ، ونشاط الانزيمات أثناء صناعة المولت وعلاقة الانزيمات بتنفس وتصنيع الفاكهة والخضروات والنقل ، وتأثير عملية سلق الخضروات على صفات المنتجات بسبب قتل الانزيمات ، وفعل الانزيمات في تسوية الشاي وأهمية الانزيمات في عملية تخمر ثمار شجرة الكاكاو حيث تؤثر في حيوية ولون ونكهة البذور .

أهمية الانفرتيز :

ينتشر انزيم الانفرتيز *invertin, invertase, B-h-fructosidase* في كثير من المواد الغذائية *saccharase, sucrase, B-fructofuranosidase* ويوجد بنسبة مرتفعة في الخميرة . والانزيم يحلل السكروز اليميني الدورة *dextrorotatory* منتجا جلوكوز وفركتوز أي سكر محول *invert sugar* يساري الدورة . ويوجد نوع آخر من الانفرتيز يعرف باسم *n-glucosidoinvertase* أو *glucopyranosidase* . هـ يستخرج من الفطر *Aspergillus oryzae* ومثله التاكا انفرتيز *Taka-invertase* . وتختلف طريقة التحليل تبعا لمصدر الانزيم ، فانفرتيز الخميرة يسبب انفصال جزئ الفركتوز من جزئ السكروز ، بينما انفرتيز الفطر يفصل جزئ الجلوكوز . ويثبت ذلك تأثير الانزيمين على سكر الرافينوز الثلاثي فانفرتيز الخميرة يفصل الفركتوز من الرافينوز تاركا

مليبيوز يرتبط فيه الجلوكوز بالجلالكتوز بينما انفرتيز الفطر لا يستطيع فصل الجلوكوز من جزئ الرافينوز .

ويحضر انزيم الانفرتيز من خلايا الخميرة بعملية البلمرة التي تؤدي الى خروج الانزيم من داخل الخلايا ، ويستخلص الانزيم بالاثير او الكلوروفورم او خلاات الايثايل او التلويين او البنزين benzene او الزيلين او رابع كلوريد الكربون او ثاني كبريتيد الكربون او كحول الاميل او كحول البنزيل او الايزوثيوسيانات . ويحضر الانزيم تجاريا باستخدام طريقة التحليل الذاتي autolysis or autodigestion ، ولا يشترط في المستحضر التجاري أن يكون بالغ النقاوة الا أنه يجب أن يتصف بالثبات .

وتتلخص طريقة تحضير المستخلص مصليا فيما يلي : يرج مائتا جرام (١٠٠ جزء) من الخميرة bottom yeast مع اربعة لترات (٢٠٠ جزء) من محلول مضع يحتوي على ثمانية جرامات (٤ اجزاء) فوسفات امونيوم ثنائية وثمانية جرامات (٤ اجزاء) فوسفات بوتاسيوم احادية وجرامين (جزء واحد) نترات مغنيسيوم وجرامين (جزء واحد) نترات بوتاسيوم ، ويهوى المحلول aerated لمدة ثمانى ساعات بمعدل خمسمائة لتر هواء في الساعة ، وتضبط درجة الحرارة عند ٣٠° مئوية ودرجة الحموضة الفعلية pH عند ٤.٥ ، ويضاف أثناء الهوية لتر من محلول السكروز تركيزه ١٢٪ نقطة فنقطة . وفي طريقة اخرى تجرى العملية تحت تفريغ قدره ثلاثون ملليمترا رتقيا .

ويضاف المحلول السكرى بتركيز عشرين في المائة بالسرعة التي تعطى المحلول خمسة اجزاء سكروز في الساعة طول مدة التخمير . وعقب تنشيط الخميرة yeast stimulation يجرى التحليل الذاتي autolysis بطريقة الحامض البطيئة او بالطريقة السريعة . ففي الطريقة السريعة يضاف ٨.٤ لترا من التلويين toluene الى ٤.٨ كيلوجراما من الخميرة المنشطة خلال ثلاث ساعات ، ثم يخفف المخلول باضافة ٤.٨ لترا من الماء وتضبط الحموضة الفعلية pH عند ٨.٥ باضافة حوالي لتر من محلول ايدروكسيد الامونيوم تركيزه ٢٥٪ ، ويستمر في التحليل الذاتي لمدة ٢٤ ساعة على درجة

٣٠ مئوية ، بعدها تضبط الحموضة الفعلية pH عند ٤.٧ بإضافة ١٧.٠ مليلترا حامض خليك تركيزه ٣٠٪ ويفصل السائل autolyzate عن الخلايا بقوة الطرد المركزي فيتحصل على حوالي ٦٨ لترا تحتوي على ٨١.٦٪ من كمية الانفرتيز الاصلية . وقد تستخدم طريقة التحليل الذاتي الجزئي fractional autolysis حيث يستخلص من الخميرة الصوغ والمواد غير المرغوبة أولا ثم يستخلص انزيم الانفرتيز من بقايا الخميرة . فبعد اجراء التحليل الذاتي بالتلوين على درجة ٣٠ مئوية لمدة ثلاث ساعات فقط يخفف المخلوط بضعف حجمه ماء ويفصل السائل عن بقايا الخلايا بالطرد المركزي مع استبعاد أول كمية من السائل ، ويعاد تعليق بقايا الخميرة في ماء لاجراء التحليل الذاتي عليها باستخدام التلوين . وتستغرق عملية استخلاص ٨٥ - ١٠٠٪ من الانفرتيز المتبقى في بقايا الخميرة حوالي ٢٤ ساعة . ويمكن اجراء التحليل الذاتي الجزئي في وسط متعادل باستعمال ايدروكسيد الامونيوم . وفي بعض الطرق يستعمل جلوكوز. ولكنوز لتحويل السائل الى عجينة يمكن تجفيفها وتحويلها الى ناتج جاف صلب ، ويستخدم السكروز لعمل شراب sirup ولتأثيره الواقي على الانفرتيز، ويرسب الانزيم بكحول البروبايل المشابه او بكحول آخر ويخفف الانزيم المترسب ويذاب في محلول جليسرول تركيزه ٦٠٪ . وفي طرق أخرى ينقى الانزيم بالادمصاص adsorption and elution او بالترشيح ultrafiltration او بالانتشار dialysis . ومن الطرق الصناعية الاخرى طريقة نيبرج Neuberger التي فيها يرسب الانفرتيز باستعمال كلوريد الكالسيوم وفوسفات الصوديوم الثنائية ويفصل مركب الانزيم والملح المترسب ويخفف على درجة حرارة منخفضة ، ويضاف المسحوق الحامض صلبة او املاح حمضية لتثبيتته stabilized . وفي طريقة جور وكربي وفري Gore, Kirby and Frey يجري التحليل الذاتي عند pH ٦.٥ - ٨.٠ ويفصل السائل عن البقايا الصلبة ويضبط pH السائل عند ٣.٥ - ٥.٤ لترسيب بروتين الخميرة وفصله بالترشيح ، وبعد ضبط pH الراشح عند ٤.٥ - ٦.٣ ويمزج بالجليسرول ليعطي تركيزا قدره ٥٠٪ تقريبا .

ويستخدم الانفرتيز في كثير من الصناعات الغذائية ، فقد يضاف داخل الفوندان fondant المغطى بالشيكولاته لتكوين سكر محول في الداخل • ويضاف الانزيم للشراب sirup المحضر من سكر قصب أو عصير سورجم sorghum juice لتحويل السكروز الى سكر محول فيمتنع التسكير أثناء تخزين الشراب • ويستخدم الانفرتيز في تحضير السكر المحلول الذي يستخدم في كثير من الصناعات مثل المنتجات المخبوزة والحلوى • وتمتاز طريقة الانزيم في تحضير السكر المحلول بعدم ارتفاع نسبة الرماد في الناتج •

اهمية الاميليز :

تنتشر انزيمات الاميليز في كثير من المواد الغذائية ولها تأثير واضح في تصنيع بعض المنتجات الغذائية كمنتجات الحبوب • والاميليزات منها الفا التي تحول النشا الى دكستريانات، ومنها بيتا التي تحول الدكستريانات الى ملتوز أو الى دكستريانات أصغر ولذا تعرف باسم انزيمات السكر saccharifying enzymes

وتستخرج الاميليزات تجاريا من البكتريا مع مراعاة فصل الانزيمات البروتينية عن الانزيمات الاميلوليتية لان كلاهما يتكون أثناء نمو البكتريا ، الا أنه يمكن التحكم في نقاوة سلالة البكتريا وتركيب البيئة وظروف نمو البكتريا للحصول على ناتج غني بالاميليزات أو بالبروتينيزات ، ففي طريقة والرشتين Wallerstein تستخدم بيئة من مواد بروتينية متحللة بها كسب فول الصويا والفول السوداني كمصدر للنشوجين وبها نشا عادية أو نشا مهضومة انزيميا كمصدر للكربون وبها فوسفات معدنية وأملاح بوتاسيوم وكالسيوم ومغنسيوم وحديد ومنجنيز • ولتحضير المستخلص يغل الكسب أو يعامل بحامض مصدني مخفف أو بالانزيمات لتحليل البروتينات مائيا ، ثم تضاف المواد الكربوهيدراتية والمعدنية ، ويرشح المخلوط ويقع بالحرارة على درجة ١٢٥ - ١٣٠ مئوية تحت ضغط

مرتفع ، وبعدها يبرد المستخلص mash الى درجة حرارة مناسبة لنمو البكتريا ويلقح السائل بسالة باسيلس سابيتلس *Bacillus subtilis* ويوضع فى جهاز اكنار البكتريا وتضبط درجة الحرارة وسرعة التهوية جيدا ويستمر الاكثار لمدة اسبوع تقريبا وبعدها ينقل السائل ويبرد ويزال منها الخلايا البكتيرية بالطرد المركزى ويخزن على درجة حرارة منخفضة او يحفظ بالمواد الحافظة antiseptics . ويمكن تركيز المستخلص السائل تحت ضغط منخفض ، وقد ينقى بترسيب البروتينات بالكحول او بكبريتات الامونيوم او بمذيبات اخرى . ويلزم التحكم فى ظروف العملية للحصول على مستخلص غنى فى الانزيمات الاميلوليتية او فى الانزيمات البروتيتوليتية . وفى طريقة اخرى تستعمل ردة القمح فيحضّر المستخلص mash باضافة ٢٥ جزء من محلول منظم فوسفاتى مخفف به جرام ونصف فوسفات بوتاسيوم احادية وثلاثة جرامات ونصف فوسفات بوتاسيوم ثنائية فى اللتر الى جزء واحد بالوزن ردة قمح ويعقم المخلوط على درجة ٩٢١ مئوية لمدة ساعة ، ويلقح المستخلص ببكتريا باسيلس سابيتلس ويوضع فى المخفض على درجة ٣٧ مئوية لمدة ٤٩ ساعة ويستخلص بنفس المحلول المنظم الفوسفاتى مع اضافة محلول كلوريد كالسيوم تركيزه ٢٠٪ بنسبة مليلتر واحد لكل اربعين مليلتر محلول منسظم ، وبالطرد المركزى تزال الردة والراسب من المستخلص القنى بالانزيم . وفى طريقة اخرى تستخدم بعض مخلفات صناعة كحول الايثانل

Thin stillage

وتستخدم الاميليزات المستخرجة من البكتريا فى صناعة كثير من منتجات الحبوب مثل التاير على نشأ الحبوب المستخدمة فى التخمرات ، واذابة نشأ الكاكاو الموجودة فى شراب الشيكولاتة . وتستخدم الاميليزات المستخرجة من فطر الاسيرجلس او ريزى فى ترويق عصير الفاكهة والتبيذ والبيرة بتحليل ما يوجد بها من النشأ ، وقد يضاف المستخلص الانزيمى فى العجينة لتحسين صفات الخبز من وجهة اللون وانتاج الغاز بدلا من اضافة المولت . وتتلخص طريقة استعمال الاعيليزات فى ترويق عصير الفاكهة المد لصناعة الجلى فى سلق الفاكهة

انتاج اېنزيم البكتيريا

لألوني Rennin or rennet أهمية خاصة في صناعة الجبن ، فهو الذي يجعل كازين اللبن مكونا مركبا كلسيوميا غير قابل للذوبان . وتتوقف صفات الجبن الناتج على طريقة التصنيع بما في ذلك درجة الحرارة وكمية الإنزيم المضافة ودرجة الحموضة الفعلية pH أثناء التجبن وتسخين وتسوية وكبس الخثرة . ويضطر الرنن من معدة العجول بثلاث طرق رئيسية هي طرق بلومنتال وحامض الكلورودريك وكابل . ففي طريقة بلومنتال Blumenthal

تطحن المعدة الجافة ويوضع المسحوق الناعم في وعاء خشبي كبير ويضاف لكل مائة رطل خمسون كيلوجراما كلوريد الصوديوم مع اضافة مادة حافظة مثل الكحول أو الجليسروول أو الثيمول أو حمض يوريك بالقصدير الكافي مذابة في ألف ربع quart من الماء ، ويقلب المخلوط ببطء عدة أيام متتالية حتى يتوقف الازدياد في نشاط الرنين وبمدها يسحب السائل أي المستخلص من أعلى . ويزال المخاطين mucin من المستخلص باضافة قليل من حامض الكلورديريك والترشيح خلال مرشح الضغط . ثم يشبع الراشح بكلوريد الصوديوم ويؤخذ الراسب المتكون لينشر في طبقات رقيقة ويترك على درجة الحرارة العادية حتى يجف . وأخيرا تطحن الكتلة المتكونة وتضبط قوة المسحوق الناعم بالتخفيف بملح الطعام . وفي طريقة حامض الكلورديريك تستعمل المعدة الطازجة ولا تفصل للحفاظ على مخاطها ، فتفرم المعدة ويضاف إليها ماء بمقدار ٢ - ٢ ١/٢ قدر حجمها ، ويضاف حامض كلورديريك لحفّض الحموضة الفعلية pH الى ٢ - ٣ ، ويوضع المخلوط في برميل سعة خمسين جالونا ويقلب بمقلبات خشبية آليا أو يفضل يدويا مع اضافة ملح الطعام أثناء التقليب البطيء على درجة الحرارة العادية حتى تتكون خثرة على السطح بعدها يترك المخلوط هادئا طول الليل لتستكمل الخثرة تكونها وانفصالها ، وفي اليوم التالي تكشط الخثرة وتوضع في اكياس الترشيح وتترك للتصفية حتى اليوم التالي ، ثم يدفع الجزء المتبقى خلال شاشة متسعة الثقوب ويجمع على صواني التجفيف ويجفف بالهواء الساخن في الفرن على درجة ٥٠° مئوية ، وأخيرا يطحن الناتج في ملاحونة الحكرات ball mill وتقدر قوته . وفي طريقة كيبل Keil يفرم ٨٩٠ جزءا بالوزن من معدة العجول الطازجة ويضاف إليها ١٩٠٦ جزءا بالحجم من حامض الكلورديريك بتركيز ٢٤٪ لحفّض الحموضة الفعلية pH الى ٢-٣ فينبطلق الرنين ويزداد نشاطه ، ويزاد النشاط برفع درجة الحرارة الى ٤٢ - ٤٦° مئوية ، ثم يضاف للمخلوط ٢٥ جزءا بالوزن فوسفات ثلاثي الصوديوم أو سترات الصوديوم لرفع درجة pH الى ٥.٥ وللمساعدة على انتشار النسيج المضط في الماء ، ويجفف المخلوط بنشره على الصواني وتعرضه لتيار من الهواء أو بتعرضه للتفريغ مع مراعاة عدم ارتفاع درجة

العودة الى الحد المتلف للانزيم . ويمكن التخلص من الدهن المستخلص بمعاملة الناتج بمذيب دهني مثل الهكسان أو الجازولين ثم يجفف الناتج بتيار من الهواء بعد ذلك ويطحن وتقدر قوته .

ويستعمل انزيم من صناعة الجبن أساساً ، كما يدخل في صناعة مساحيق البودنج . وعادة تستخدم انزيمات أخرى مع الرين ، كان يمزج البسين بالرين ، ومتل الانزيمات المستخلصة في تسوية الجبن وهي البابين والبانكرياتين .

أهمية البابين :

البابين papain عبارة عن مسحوق مجفف يمثل عصارة ثمار الباباز Carica papaya الغير مكتملة النضج التي تزن الواحدة منها حوالي أربعة أرطال . ويبدو أن هذا الانزيم ينتمي للبرولامينات فهو ينوب في الكحول ٧٠٪ ، ووزنه الجزيئي حوالي ٢٧٠٠٠ - ٣٠٠٠٠ ، وهو سريع التأثير بالحرارة والأكسدة ، إلا أنه يستعيد نشاطه عند اختزاله بكبريتيد الايدروجين وبالكبريتات . ويبدو أن المستحضر التجارى عبارة عن مجموعة من الانزيمات البروتوليتية .

ويحضر الانزيم بعمل ثلاثة أو أربعة حزوز في الثمرة وجمع العصارة المتدفقة في وعاء يوضع أسفل الثمرة أو يترك ليتجمد على الثمرة وبمدها يجمع ويجفف على درجة أقل من ١٠٠° فهرنهايت تحت ضغط منخفض بسرعة لتحاشي حدوث تخمر به . وتكرر هذه العملية على الثمار مرة كل أربعة أو خمسة أيام يمكن الحصول على كمية من المستحضر الانزيمى تتراوح بين أوقية وأربعة أوقيات للشجرة الواحدة أو مائة رطل للفدان . ويمكن الحصول على انزيمات تنتمي لمجموعة البابين من عصارة التين ونسمى ficin أو من جنود نبات السبيج milkwood وتعرف باسم asclepain .

ويستخدم مستحضر البابين تجاريا في تليين tenderizing للحوم وفي تحضير الاطعمة المهضومة ميدنيا وفي بعض الاغراض الاخرى ، ويستعمل المستحضر في صورة محلول عادة بتركيز خمسة في المائة . وأحيانا يستعمل الانزيم في تخفيف حدة جلوتين عجينة الدقيق القوي وفي تبريد البيرة لتحليل البروتينات ومنع روسبها أثناء تبريد البيرة chillproofing .

اهمية البروميلين :

يتسائل البروميلين bromelin مع البابين في صلاحيته لهضم البروتينات وتجيب اللبن * ويستخرج الانزيم من عصير الأناناس، ويزداد نشاط الانزيم بزيادة نضج الثمار *

ويرسب الانزيم من عصير الأناناس باضافة كبريتات الامونيوم أو الكحول * ويمكن استرداد الكحول بالتقطير واستخدام المادة المتبقية في التخمر الكحولي لاحتوائها على سكر *

ويستخدم المستحضر الانزيمي في تليين اللحوم *

اهمية البروتيازات البكتيرية :

تستخدم البروتيازات المستخرجة من البكتريا في ترويق وتمتقيق مشروبات المولت وفي تعديل عكارة الناشبة عن البروتينات في البيرة *

اهمية البروتيازات الفطرية :

تستخدم البروتيازات المستخرجة من الفطريات fungi في تمتيق البيرة ، وعادة تضاف كمية صغيرة من الانزيم خلال أى مرحلة من مراحل صناعة البيرة بعد غليان المستخلص wort - ويفيد هذا الانزيم في تحليل البروتينات التي قد تترسب وتسبب عكارة في البيرة عند تبريدها

لدرجة حرارة منخفضة • وأنسب درجات الحموضة لنشاط هذا الانزيم هي pH ٤ - ٥ • ويستعمل الانزيم في خفض لزوجة بياض البيض مما يسهل ترشيحه قبل تجفيفه ، كما يستخدم في تحليل المادة البروتينية الجيلاتينية الموجودة في بقايا تصنيع الأسماك وفي مرشحات المياه وبذلك تصبح صالحة للاضافة في مواد العلف ، وأحيانا يستخدم الانزيم في تليين اللحم الحيواني مثل البابين •

اهمية الببسين :

يستخرج الببسين *pepsin* تجاريا من الغشاء المخاطي لمعدة الخنزير أو معدة الإبقار ، فتفرم المعدة وتمزج بما يعادل ضعف أو ثلاثة أمثال حجمها حامض كلوردريك أو فوسفوريك مخفف ، ويترك المخلوط على درجة ٣٨° مئوية مدة يومين مع التقليب المستمر ، ويبرد المخلوط ويرشح لفصل المادة التي لم تهضم ، ويجفف الراشح على درجة ٤٠° مئوية تحت ضغط منخفض ، وينقى الانزيم بالتريسيب الجزئي بالكحول أو الاسيتون ثم التجفيف على درجة حرارة منخفضة •

ويستخدم الببسين في صناعة الجبن مع الرنين ، كما يستخدم في عملية تبريد البيرة •

اهمية البانكرياتين :

يستخرج البانكرياتين *pancreatin* من غدة البنكرياس ، وهو عبارة عن مخلوط من مجموعة انزيمات هي التريسين *trypsin* والكيموتريسين *chymotrypsin* وأميلين البنكرياس وليبيز وكربوكسي بيتيديز •

وللحصول على مستحضر انزيمي خام يجفف بنكرياس الخنزير أو الماشية ويطحن وينخل لازالة الألياف • وللحصول على مستحضر نقي

تطحن الغند مع الماء وتضبط الحموضة الفعلية عند pH ٤ - ٥ بإضافة حامض وتضاف مادة حافظة كالكلوروفورم . وترك الكتلة في محضن بضعة ساعات أو تترك على درجة الحرارة العادية لمدة ٢٤ ساعة لتحويل الزيموجين zymogens والتريسينوجين trypsinogen والكيموتريسينوجين chymotrypsinogen إلى انزيمات ، ويرشح المخلوط ويجفف الراشح تحت ضغط منخفض أو في تيار من الهواء الجارح للحصول على الانزيمات . وفي طريقة أخرى يجمد البنكرياس ويقطع إلى شرائح ويترك في حالة مجمدة حتى ينشط النسيج ثم توضع الشرائح في صوان وتترك على رفوف داخل غرفة درجة حرارتها ٥ مئوية حتى تنصهر ويجمع السائل ويجفف .

ويستخدم البانكرياتين في صناعة الجيلاتين وفي تحليل البروتين وفي تسوية اللبن .

أهمية التريسين :

يستخرج التريسين تجارياً من بنكرياس الخنزير والماشية ، مع مراعاة استبعاد الأميليز والليباز أثناء التحضير . فيحضر الراشح بنفس طريقة تحضير البانكرياتين ويعامل الراشح بالكحول أو الأسيتون على درجة حرارة منخفضة لفصل التريسين عن بقية الانزيمات . وفي طريقة أخرى يعامل الراشح بإكسيد المفسسيوم لمعادلة الحموضة وتكوين راسب يحوى بين طياته الأميليز منه adsorbed ، ويزال الراسب بالتريش ، ويضاف حامض فوسفوريك لتحمض المخلوط ثم يعادل المخلوط بالطباشير فيتكون راسب من فوسفات الكالسيوم يحتوى على الليبين منه ويمكن إزالته بالتريش ، وأخيراً يجفف الراشح أو يعامل بالكحول أو الأسيتون لفصل التريسين من بقية الانزيمات .

ويستخدم التريسين في كثير من الأغراض التي تستخدم فيها انزيمات البروتينيز .

اهمية البكتينز والبكتينيز :

يحلل البكتينز البكتين ويفصل كحول الميثايل من جزيئه ، ويستخرج الانزيم من البرسيم الأخضر الطازج ونبات البطاطس والطماطم والبقوليات المبتة . كما يوجد استريرز البكتين في الباذنجان وبعض الخضروات وتنتجه بعض الاحياء الدقيقة ، وانزيمات البكتينيز تحلل احماض البولي جلاكتيرونك polygalacturonic acids أى احماض اليكتينك منتجة أحماض أحادى الجلاكترونك بكسر الروابط الجليكوزيدية ، وتستخرج هذه الانزيمات من بعض الاحياء الدقيقة الفطرية مثل البنيسليوم *Penicillia* . وتنشط انزيمات البكتينيز على درجات حرارة منحصرة بين الصفر والستين مئوية الا أن درجة الحرارة المثلى تقرب من ٣٧° مئوية أى ١٠٠° فهرنهايت ، ولكن النشاط الانزيمى يخفئ تماما بالتسخين على درجة ٦٠° مئوية لمدة عشر دقائق ويكون قتل الانزيم أسرع على درجة حرارة اعلى من ٦٠° مئوية .

وتقوم انزيمات البكتينيز بتحليل البولي يورونيدات البكتينية pectic polyuronides فى عملية الترويق clarification فتزول الضرويات المسببة للعكارة . ومن المستحضرات الانزيمية التجارية البكتينول pectinols المستخدم فى ترويق عصير الفاكهة ، ومنه بكتينول A يناسب عصير التفاح ونبيد التفاح ويتكون من ٧٦٪ انزيم مع ٩١٥ سكريات منها ٦٢٣ جلوكوز ، ٢٤٣ فركتوز ، ٤٩ سكروز ، وبكتينول B يناسب عصير ونبيد الثمار العنبية carries والحوخ وبكتينول W يناسب عصير ونبيد العنب ، وبكتينول D 100 يصلح للأغراض التحليلية . والفلتراجل filtragol مستحضر انزيمى تجارى معروف .

ويحضر البكتين - ميثايل استريرز من الطماطم بتقطيع الثمار وضبط الحموضة عند pH ٨ وتجميد الكتلة وإزالة الشلج بالطرد المركزى عدة مرات وتركيز الانزيم وقرسيب الانزيم بالتحليل الغشائى dialyzing فى الماء المقطر لمدة ثلاثة أيام وإعادة استخلاص الراسب على درجة ٣٠° مئوية بمحلول كلوريد صوديوم تركيزه عشرة فى المائة لمدة ساعة ، ويكرر

ذلك مرتان باستعمال قدر صغير من السائل ويعاد التحليل الفشائي للحصول على ناتج فائق النشاط . ولتحضير الانزيم من البرسيم *alfalfa* يضاف للعصير مادة حافظة كالكلوروفورم وينترك المخلوط للتترسيب مدة ٢٢ ساعة بعدها ترشح الكتلة ويرسب الانزيم باضافة جعين من الكحول تركيز ٩٠٪ ويفصل الراسب ويذاب في الماء مع الرج على فترات خلال خمس عشرة ساعة وتزال اى مادة غير ذائبة بالترشيح ، ويرسب البكتين باضافة كحول تركيزه ٩٠٪ ويجفف الراسب على كلوريد كالسيوم تحت ضغط منخفض . ويزداد نشاط البكتين المستخرج من الطماطم الى ثلاثين مثل تقريبا عند pH ٥.٧ في وجود كاتيونات احادية بتركيز ٠.٢ جزىء في اللتر او كاتيونات ثنائية بتركيز ٠.٢ جزىء في اللتر . ولتحضير البكتين من الفطر تلحق البيئة المناسبة بفطر اسير جلس نيجر *Aspergillus niger* او بسلالات بنسليوم وبعد اتمام التكاثر يستنقع *macerated* ويستخلص ويرسب الانزيم ويتركز .

ويستخدم البكتين والبكتينيز في ترويق العصير والنبذ وفي تحضير بكتينات قليلة الميثوكسيل لاستعمالها في صناعة منتجات جيلية ، ويعتقد أن نشاط البكتينيز يستوجب وجود البكتين . وتتوقف الكمية المطلوبة من الانزيم على درجة نضج الثمار ودرجة حرارة ومدة المعاملة . فعلى سبيل المثال يلزم ١٢ - ١٤ اوقية من البكتينول A لكل مائة جالون عصير لاتمام التفاعل خلال ١٢ - ١٥ ساعة على درجة ١٥٥ - ١٨٣° مشوية ، وتزداد كمية الانزيم الى ثلاثة امثال لحفض الزمن الى اربع ساعات . ويستخدم البكتين والبكتينيز في تحليل البكتين عند تركيز عصير التفاح الى ٧٠ - ٥٧٥ برقس حيث يصبح ذلك ضروريا . كذلك يحلل البكتين انزيميا في عصير الموالح المحضر للاستعمال في صناعة الحلوى السكرية الجافة . وقد لوحظ أن اضافة البكتينيز للتفاح قبل عصره تؤدي الى زيادة كمية العصير الناتج . ولتحاشي دكسة اللون المتسببة عن هذه الانزيمات يمكن اضافة حامض اسكوربيك . وفي ترويق النبيذ يضاف الانزيم بنسبة رطل لكل مائة رطل ثمار عنب مهروسة .

اهمية الليبيزات :

تمثل الليبيزات مجموعة من الانزيمات اهمها ليبين البنكرياسي ولبينز المعدة ولبينز الكبد والليبين البروتيني *ricinus lipase* • ويمكن الحصول على ليبين البنكرياس من الفحة نفسها أو من عصارتها ، وهو يحلل جليسيريدات الأحماض الدهنية ذات الوزن الجزيئي المرتفع بسرعة مناسبة ، غير أن سرعته أبطأ في حالة الأمسترات ذات الوزن الجزيئي المنخفض • والليبينز المصوى لا يحلل الدهون بسهولة إلا إذا كانت في صورة مستحلب مثل دهن اللبن ودهن البيض ، وتختلف درجة pH المثل للانزيم باختلاف الثدييات • ولبينز الحروع يستخرج من بذور الحروع ويحتوى على مواد بروتيينية سامة وهو يحلل الدهون بسهولة • ولانزيم الليبينز دور خاص في ظهور النكهة المميزة لبعض أصناف الجبن •

اهمية التانيز :

يختص التانيز *tannase* بتحليل الاسترات التي تحتوى على شق حامضى به مجموعتها ايدروكسيل فينولى *phenolichydroxyl* ويستخرج التانيز من الأسبرجلس نيجز ، وهو يستخدم في تحليل المركبات المعقدة المحتوية على بروتين وتانين في البيرة فيصفو اللون •

وحدات قياس الانزيمات :

يقدر نشاط الانزيمات بوحدات تعبر عن كمية الانزيم اللازمة لتحويل قدر معين من المادة المتفاعلة تحت ظروف محددة • وتفيد هذه الوحدات *enzyme units* في مقارنة نشاط المستحضرات الانزيمية المختلفة تحت ظروف معينة • ويستدل على نقاوة المستحضر الانزيمى بمعرفة نسبة نشاطه الى محتوياته من المواد الصلبة أو النتروجين ، وتؤكد نقاوة المستحضرات الانزيمية بالأكثروفوروز أو *ultracentrifuge* أو

electrophoresis ومنحنىات الإذابة solubility curves وبدراسة نشاطها النوعي باستعمال مواد متفاعلة قياسية تحت ظروف محددة .

وتعتبر وحدة السكراريز عن كمية الانزيم التي تخفض قدرة محلول سكرورز ، تركيزه أربعة جرامات ذائبة في ٢٥ مليلترا من محلول فوسفات ثنائي الصوديوم تركيزه واحد في المائة ، على تحويل الضوء optical rotation الى الصفر خلال دقيقة واحدة على درجة ١٥° مئوية . وهذا الخفض يقابل تحليل ٧٥٪ من المادة المتفاعلة بتأثير الانزيم .

ووحدة الليبيز هي كمية الانزيم التي تحلل ٢٤٪ من ٢٥ جراما زيت ريتون قيمة تصبئه ١٨٥٥ في نظام يحنوى على مليلترين محلول منظم من الامونيا وكلوريد الامونيوم الاساسى القوة حموضته الفعلية pH ٨.٨ وعشرة ملليجرامات كلوريد كالسيوم وخمسة عشر ملليجراما بياض بيض بحجم كلى قدره ١٣ مليلترا ، خلال ساعة واحدة على درجة ٣٠° مئوية .

ووحدة الفوسفاتيز عبارة عن كمية الانزيم التي تلزم لاعطاء كمية من الفوسفات توازى عشر ملليجرام فوسفور من البيتسا جليسيرو فوسفات ، عند pH ٩ ودرجة حرارة ٣٥° مئوية وفى وجود ٠.٠١-٠.٠٦ ر. جزى* ملح مغنسيوم خلال ساعة واحدة .

ووحدة اليوريز هي كمية الانزيم التي تنتج ملليجراما واحدا من نيتروجين الأميني على درجة ٧٠° مئوية وعند pH ٧ خلال خمس دقائق .

ونشاط البروكسيداز يقاس بعدد ملليجرامات البريبيروجاللين purpurogallin التي ينتجها ملليجرام واحد من المستحضر الانزيمى خلال خمس دقائق على درجة ٢٠° مئوية فى نظام يحتوى خمسة جرامات بريوجاللول وخمسون ملليجراما فوق اكسيد ايدروجين ذائبة فى لترين .

ومن المواد المتفاعلة substrate المستخدمة في هذا التقدير أحيانا leucomalachite green

ونشاط الكتاليز يقدر بثابت السرعة velocity constant محسوبا من سرعة تحلل محلول فوق اكسيد ايدروجين تركيزه ٠.١ ر. أساسى في محلول فوسفات منظم. درجة pH له ٦.٨ عند درجة حرارة الصفر المئوى . ويستدل على نقاوة مستحضر الكتاليز بقدرة الكتاليز catalase capability وهي نسبة ثابت السرعة السابق تعريفه الى جرامات المادة الجافة في خمسين مليلترا من مخلوط التفاعل .

وحدات البروتينيز تحدد باستخدام اختبارات متعددة كطرد بمجموعة ندم ، أو الكريوسكيل ك ١١ د أو بالتقدير اللوني colorimetry أو viscometry أو nephelometry ، مع مواد متفاعلة كالألبومين أو الكازين أو الجيلاتين أو الإغاستين . ففي طريقة تقدير اللون يظهر لون أزرق عند معاملة المواد المحتوية على تيروزين وتربتوفان بجوهر الفينول . فالهيموجلوبين يهضم بالانزيمات تحت ظروف محددة ويرسب البروتين غير المهضوم بحامض الخليك ثلاثي الكلور وتقدر الناتجات غير المترسبة بطريقة الألوان . وتعرف وحدة البروتينيز بأنها كمية الانزيم التي تهاجم الهيموجلوبين بسرعة اطلاق كمية من الناتجات فى الدقيقة تغطى لونا مع الفينول كثافته توازى ملليمكافى milliequivalent تيروزين ، تحت ظروف محددة . ويعرف النشاط النوعى specific activity بأنه النشاط لكل ملليجرام من تيروجين الانزيم .

الفصل الرابع

عمليات التصنيع الغذائي

فى عمليات التصنيع الغذائى تؤخذ احتياطات عديدة للمحافظة على صفات المادة الغذائية ومنع تلوثها بآثار من مادة الأدوات والآلات . وهذه العمليات متعددة الأغراض ، وقد اصطلح على تقسيمها الى قسمين أساسيين ، هما وحدة العمل unit operation ووحدة التصنيع unit process . ففى المجموعة الأولى من العمليات لا يمتزى الغذاء أى تغيير فى تركيبه ، مثال ذلك عمليات الوزن والنقل والتدريج والخلط والتجزئ، والفصل والتشكيل والتغطية وقياس الحجم والأبعاد ، بينما فى وحدة التصنيع تتعرض المواد الغذائية لتغييرات فى تركيبها وصفاتها مثلما يحدث فى عمليات التخمير والتجبن والتحليل المائى والانضاج . وهناك عمليات يصعب وضعها فى أحد القسمين دون الآخر . ومن الأهمية بمكان أن تختزل فترة التصنيع الى أقصر وقت ممكن ، فقد ثبت أن هذا يكون دائما فى صالح المحافظة على صفات الغذاء المصنع . ويدهى أن جودة الغذاء المصنع تتوقف أساسا على جودة صفات المادة الغذائية الخام منذ البدء فى تصنيعها .

وماكينات التصنيع الغذائى يلزم أن يراعى فى تصميمها البساطة بقدر الامكان ، فهذا يسهل تشغيلها وتنظيفها واصلاحها .

ويجب على القائم بالتصنيع الغذائى دراسة تأثير كل عملية من عمليات التصنيع على صفات المادة الغذائية ، وخصوصا من وجهة التأثير على القيمة الغذائية . وهذا الاجراء ليس سهلا ، اذ بجانب تعدد عمليات التصنيع الغذائى تتعدد أنواع المواد الغذائية بل وتتعدد أصناف كل منها . الا أن هذا يعتبر الطريق السوى للحصول على منتجات فائقة لجودة . ولا يغفل أن أهم صفة من صفات الغذاء التى تأتى فى المرتبة الأولى تستلزم كل عناية ممكنة هى النكهة Flavor لأنها العامل المحدد

لتوزيع واستهلاك المادة الغذائية • فالغذاء جيد النكهة سوف يباع مهما ارتفع ثمنه ، والغذاء الرديء لن يستهلك مهما بحث سعره •

والبحوث العلمية فى مجال التصنيع مازالت جارية ولن تتوقف عند حد ، وفيها يستفاد من خبرة علماء الزراعة والنبات والفلاحة والتحليل والهندسة بالإضافة الى علماء التصنيع الغذائي ، اذ أن كلا منهم يبحث فى اتجاه معين يفيد الآخرين • مثال ذلك تحديد أنسب المعاملات الزراعية للحصول على مواد غذائية خام جيدة الصفات ، وتحديد أفضل الأصناف للتصنيع ، والتعرف على تأثير المعاملات فى تركيب المادة الغذائية بالتحليل، وتصميم الماكينة التى تناسب عملية صناعية معينة ، وتصديق خطوات عملية التصنيع لتتلائم مع المادة الغذائية وتقليل الفقد أو الضرر أو التغيرات التى تطرأ على الغذاء •

عمليات التداول :

يبدأ العمل فى مصانع الأغذية باستلام الخامات التى ترد الى المصنع غير معبأة أو معبأة فى أكياس أو براميل أو صناديق خشبية أو صفائح أو علب كرتون أو بالات أو اسطوانات أو اوعية أو غير ذلك • وهذه تعتبر بداية عمليات التداول Handling ، ويعقبها نزع هذه الخامات من العبوات •

وتشمل عمليات التداول أيضا نقل المواد من مرحلة صناعية الى أخرى ، أى من ماكينة الى أخرى أو من مكان فى المصنع الى آخر • وهذه العملية الأخيرة قد تدخل ضمن نطاق عمليات النقل conveying • ومن مراحل التداول أيضا نقل المنتجات المصنعة الى المخازن ، ثم إعادة نقلها من المخازن الى عربات التوزيع والشحن •

وتعتبر عمليات التداول مكلفة الى حد كبير ، فهى تستنفد حوالى ٣٠ ٪ من وقت العمال وحوالى ١٠ - ٥٥ ٪ من تكاليف التصنيع • ويستخدم فى عمليات النقل معدات وأدوات متعددة الأشكال والنظم بسبب اختلاف

أشكال الخامات • لذلك تحدد الأغراض التي سوف تستخدم فيها معدات النقل قبل تصميمها أو اختيارها • ويراعى فى الاختيار عدة عوامل منها طبيعة المادة الخام أو المصنعة - ووزنها وحجمها ومسافة النقل وارتفاع المكان الذى ستنتقل اليه والوقت المحدد للنقل ومدى سهولة تنظيف المعدات وإصلاحها وتشغيلها ، وحجم وشكل وقوة ووزن وعدد الصبوات ومدى قابليتها للتلوث •

وتختلف المعدات المستخدمة فى تداول المواد الصلبة عنها فى حالتى المواد السائلة والغازية • ففى تداول المواد ذات القوام الصلب تؤخذ الاحتياطات الكافية لمنع التكسير والذبول • ووسائل نقل المواد الصلبة بصفة عامة هى بالناقلات الميكانيكية **Mechanical Conveyors and Elevators** أو بناقلات الشفط **Pneumatic Conveyors and Elevators** أو بنظام الهواء المضغوط **Compressed air systems** أو بالتروولى **Trolley systems** أو بالمربات **trucks** أو غير ذلك •

وعبما يلى موجز عن كل من طرق تداول المواد الصلبة :

١ - الناقلات البريمية **Screw Conveyors** وهذه عبارة عن بريمة تتحرك داخل جراب **trough** معدنى أو خشبى أو مبنى بالحجارة • وهذه البريمة تنقل المادة من طرف الى الآخر نتيجة لدورانها بقوة الموتور الذى يثبت فى أحد الطرفين • وأحيانا يصمم هذا الناقل بحيث يؤدى مهمة الخلط أيضا • وعندما يصنع الجراب فى هيئة منخل يؤدى الناقل مهمة النخل أيضا • كذلك قد يستعمل هذا الناقل لرفع المواد الى أعلى • وعندما تعالج البريمة بأسطوانة مزدوجة الجدران مسخنة بالبخار ويخضع الضغط بالداخل ، يصبح الجهاز عبارة عن مجفف دوران يعمل تحت ضغط منخفض **rotary vacuum dryer** • ومن هذا يتضح أن الناقلات البريمية تؤدى عمل خلطات ومجففات ومغذيات ومناخل أيضا •

٢ - ناقلات السيور **Belt conveyors** : وهى عبارة عن

سير دائري endless يتحرك على بكرتين أو عجلتين فينقل المواد من جهة إحدى العجلتين تجاه الأخرى ويصب المواد عند دورانه حول العجلة ، وتستخدم مجموعة عجلات rollers لتحميل السير عليها . ولهذه الناقلات كفاءة عالية في نقل المواد أفقيا ، كما أنها تستخدم في رفع المواد عندما لا تتجاوز زاوية الرفع عشرين درجة . وتتوقف قدرة هذه الناقلات على سرعة دوران السير وعرضه وشكله . وهذه السيور قد تصنع من مواد قطنية cotton web belts وتقيد في نقل العبوات والصناديق الورقية، أو من أسلاك متشابكة woven wire belts تناسب عمليات الرش بالرذاذ والتجفيف في مصانع التعليب والحبيز والحلوى والبيسلات والمخللات وتعبئة الفاكهة واللحم والتجميد السريع وعمليات الفسيل نظرا لوجود فتحات تسمح بتصريف المياه ، أو من مواد قطنية مغطاة بالمطاط rubber coated cotton belts تتحمل خشونة التداول ، أو من الصلب ليسهل تنظيفها وتعقيمها .

٣ - ناقلات السلاسل Chain conveyors : وهي تشبه ناقلات السيور تقريبا فيما عدا وجود سلسلة على كل من الجانبين ويوجد على السطح الناقل مجموعة سلال buckets أو slats أو aprons وغيرها لتؤدي عملية النقل . وهذا النوع من الناقلات يستخدم في مصانع الألبان وتعبئة الزجاجات والتعليب والمطاحن وغيرها ، كما يستخدم في تغليف شحنات العربات .

٤ الناقلات شبه الرأسية Flight Conveyors and Elevators وهي عبارة عن سلسلة أفقية تحمل دوافع رأسية projections or flights تدفع المادة المراد نقلها في مجرى من الصلب أو الاسمنت أو الطوب . وهذه الناقلات ترفع المواد بزاوية قد تصل إلى ٤٥° .

٥ - ناقلات السحب Drag Conveyors : وهي مكونة من سلاسل رقيقة متحركة في قاع مجرى ، وبتحركها تتحرك معها المواد بنفس

السرعة • ويكثر استخدام هذه الناقلات في المطاحن ومصانع الأغذية لنظافتها وقلة نفقات تشغيلها •

٦ - ناقلات القوايس الرأسية Bucket Elevator : وهي مجموعة قوايس مثبتة على سير تسحب قوة من أعلى فتنتقل القوايس المادة من أسفل تجاه أعلى وتصبها أثناء دورانها لتعود إلى أسفل خاوية • وعادة تحاط هذه الناقلات بغلاف وبرغم ذلك فاحتمال التلوث كبير • وكانت هذه الناقلات مستعملة بكثرة في المطاحن إلى أن حل محلها نظام الشفط pneumatic system •

٧ - الناقل الأنبوبي المطاط rubber tube conveyor وهو عبارة عن أنبوبة من المطاط مشطورة إلى نصفين بحيث يسهل فتحها لتمريرها بالمواد وإعادة قفلها ، وهي تتحرك من مكان إلى آخر في أي اتجاه حيث تفرغ وتملأ إلى موضعها الأصلي لتكرر مثلها • وهذا الناقل خفيف الوزن يستهلك قدراً صغيراً من القوة في تشغيله ولا يحدث ضجيجاً أثناء تحركه ويسهل تنظيفه ولا يحدث تجميعاً في المواد ، ويعتبر مناسباً لنقل السوائل والعجائن •

٨ - ناقلات الكتل En Masse or Redler conveyors : وهي تشبه ناقلات السحب في وجود دوافع flights على شكل حرف U أو Z لدفع المواد داخل مجرى مقلق • وتستعمل هذه الناقلات في نقل شرائح جوز الهند والبز وشرائح الذرة وملح الطعام الناعم والسكر وجيوب القمح وجيوب الفاصوليا الجافة وبيكرونات الصوديوم •

٩ - المغذيات المتذبذبة Vibrating Feeders : وهي ناقلات تتحرك عليها المواد لمسافات قصيرة بتأثير الذبذبة ، وقد تكون مكشوفة أو مغطاة ، وتنقل في اتجاه أفقي أو إلى أعلى أو إلى أسفل • وتكاليف صيانة هذه الناقلات زهيدة ، كما أنها نظيفة ولا تحدث تجميعاً في المواد •

١٠ - نظام الهواء المضغوط Compressed Air System وفيه يندفع هواء مضغوط داخل حيز مطلق يداخله مسحوق المادة ليسبب ذلك اندفاع المسحوق في الاتجاه المرغوب الى المسافة المطلوبة كما لو كان سائلا متدفعا . وهذا النظام لا يلائم المواد الغذائية التي تتعرض للتأكسد السريع في وجود الهواء . وهو يماثل نظام نقل المساحيق بالبريصة الذي يمكن ادخال الهواء المضغوط عليه بدفعه في اتجاه اندفاع المسحوق . مثال ذلك Fuller-Kinyon pump .

١١ - الأواني المتنقلة Travelling Crane : وفيها توضع المواد الغذائية داخل سلال buckets أو pallet أو ladle وترفع السلة لأعلى بواسطة سلك يجرها لأعلى في الوقت الذي يلتف فيه السلك على اسطوانة تدور حول نفسها ، ثم يتحرك الوعاء في الاتجاه المرغوب على مجرى خاص يمتد فوق سطح الأرض أو في مستوى مرتفع حتى يصل الى مكان التفريغ فيترك الوعاء ليتنزل الى أسفل عن طريق تغيير اتجاه دوران الاسطوانة الملتف عليها السلك أو يفتح الوعاء من أسفل ليصب محتوياته أو يقلب الوعاء ليصب محتوياته . وهذا النظام يمكن أن يكون متنقلا فيحمل على عربة تنقله من مكان الى آخر . ويكثر استخدام هذا النظام في نقل الملح وفوسفات إجماعي الكالسيوم .

١٢ - السلال المنزلقة Skip Hoists : وفي هذا النظام تمتلئ سلة واحدة كبيرة بالمادة ويسحبها الموتور على منزلق الى أعلى حيث تفرغ محتويات السلة وتعود بنفس الطريق الى مكانها الأصلي لمساعدة المل والانزلاق . ويمكن استخدام سلتين تتحرك المتلئة منهما في اتجاه مضاد للأخرى . وهذا النظام قليل الاستعمال في مصانع الأغذية .

١٣ - رافعات الشحن Freight Elevators وفي هذا النظام ترفع عربة الشحن بالضغط الهيدروليكي الى مستوى رصيف التفريغ ، وبعد تفريغ الشحنة تنخفض العربة الى وضعها الأصلي .

١٤ - ناقلات الشفط **Pneumatic Conveyors** : وهذه الناقلات تنحرك المادة الغذائية في أى اتجاه بتأثير التفريغ **vacuum** أو الضغط **pressure** . وتشغل المادة الغذائية حوالى ١٢٪ من الفراغ الذى تنحرك بداخله بينما يشغل الهواء ٨٨٪ . ويتحرك الهواء بتأثير المرواح **blower** أو بتأثير جهاز الشفط **exhauster** . وتستقبل المادة الغذائية فى حيز مجهزة بمجمعات الغبار **dust collectors** تمنعه تفرغ فى الاتجاه المطلوب . وهذه الناقلات لها مميزات عديدة . فهي لا تتعرض للانفجار بتأثير اشتعال الغبار نظرا لأن الغبار داخل حيز مقل . وتسهل عمليات النقل والتفريغ ، وتعمل داخل المباني أو تحت سطح الأرض . ولا تتعرض فيها المادة الغذائية للتلوث بالأتربة أو بالحشرات ولا تمتص رطوبة أو ترتفع درجة حرارتها ، وتفقد المادة الغذائية جزءا من راحتها غير المرغوبة بتأثير التهوية ، ولا يتخلف جزء من المادة داخل حلقة الناقلات فلا يخشى من حدوث نفع . ويراعى فى هذه الأجهزة أن بعض المواد الغذائية تتعرض للإكسدة بتأثير الهواء . ويكثر استعمال هذه الناقلات فى نقل الحبوب والحوالت والنشا ورماد الأفران .

١٥ - ناقلات السيولدرات **Roller Conveyors** : وفى هذا النظام تنحرك المواد الغذائية على مجموعة بسيولدرات تدور جميعها حول نفسها أو يدور بعضها دون البعض الآخر فيعتمد فى هذه الحالة على دفع المواد الغذائية المتحركة للمواد الموجودة على الاسطوانات غير المحركة ، ويمكن تغيير اتجاه هذه الناقلات عندما يراد تغيير اتجاه نقل المواد الغذائية .

١٦ - نظام الترولى **Trolley Systems** : وفى هذا النظام تنتقل المواد الغذائية فى عربات تنحرك عجلاها على قضيب يمتد فى مكان يلو الماكينات ، وتكون الحركة بقوة الموتور أو بالطريق اليدوى . ويمكن تعديل أوعية النقل بما يتفق مع طبيعة المادة الغذائية . وهذا النظام مستخدم فى المخازن ومصانع الألبان والتعبئة .

١٧ - العربات اليدوية **Hand trucks** : وهذه تمثل أبسط الطرق

لنقل وأكثرها تكلفة بسبب كثرة الأيدي العاملة اللازمة للنقل • وترتبط كفاءتها بقدرة الأشخاص القائمين بالنقل •

١٨ - عربات الصناعة Industrial Trucks وهي عبارة عن عربات ذات ثلاث أو أربع عجلات تتحرك بقوة موتور صغير فتنقل بها المواد الغذائية من مكان لآخر وبذلك توفر كثيرا من الجهد الإنساني •

١٩ - عربات الرفع Lift Trucks : وهي عبارة عن عربات fork trucks يمتد طرفها fork تحت الصناديق أو البراميل أو العلب المرصوفة فوق بعضها وترفعها إلى أعلى وتسير بها إلى مكان التفريغ حتى تتركها • وقد تمدل المقدمة فتصبح في شكل خطاف clamps وبه يمكن رفع البراميل وتحريكها وروصها وتفريغها • وتتميز هذه العربات بالسهولة والسرعة وتقليل نسبة التلف والمحافظة على سلامة الأشخاص القائمين بالنقل وتسهيل الرص في المخازن والرقابة •

وبالنسبة للمواد الغذائية السائلة يجب أن يراعى في تصميم وسيلة نقلها حمايتها من الفساد البكتريولوجي • وأشهر وسائل نقل المواد الغذائية السائلة ما يلي :

١ - الانسياب بفعل الجاذبية الأرضية Gravity Flow : وهذه طريقة سهلة واقتصادية إلا أنها تصلح لنقل السوائل من مستوى مرتفع إلى مستوى منخفض فقط • ويراعى صنع مواسير النقل من مادة تمنع التلوث أو تغيير صفات السائل •

٢ - السيفون Siphons : وهذه طريقة سهلة واقتصادية وبها تنقل المواد الغذائية السائلة من أعلى إلى أسفل فقط • وهي تمثل أنبوبة يغمس طرفها العلوي في السائل عند الحد المطلوب للتفريغ • ويمكن تجهيز فتحتي دخول وخروج السائل بوسيلة تمنع انقطاع عمود السائل في الأنبوبة عندما يصل سطح السائل في صهريج التفريغ إلى مستوى فتحة دخول السائل في الأنبوبة •

٣ - Ejectors فالسوائل يمكن نقلها أو رفعها بالماء أو بالهواء أو بسيفون البخار steam siphons or ejectors ويعتمد في هذه الطريقة على التفاوت في السرعة بين البخار المنطلق من فتحة ضيقة محدودة وبين السائل المحيط بالفتحة . فمثل هذه السوائل تسخن وتنفخ بالبخار وبالماء وتهوى بالهواء .

٤ - ناقلات الهواء المضغوط Compressed Air Devices وهي مستخدمة في رفع السوائل التي تحدث تآكلا في المعادن ، فأحد صورها عبارة عن حيز مفلق acid egg مصنوع من البلاستيك أو الصلب أو الحديد ومبطن بالرصاص وله قدرة على تحمل الضغط المرتفع ، وبه فتحة علوية ملء الحيز بالسائل بتأثير الجاذبية الأرضية إلى ارتفاع مناسب . فعقب ملء الحيز تقفل فتحة دخول السائل ويدخل الهواء المضغوط من أعلى ليدفع السائل في أنبوبة جانبية تنقله إلى المكان المرغوب . وهذه الطريقة تشبه طريقة السلندرين twin cylinder المعروفة باسم Harris system التي فيها يمتلئ الحيز بالسائل بتأثير التفريغ ثم يفرغ منه بتأثير الضغط . وتعتبر رافعات الهواء air lifts من أبسط وسائل النقل بالاحلال ، ويمثلها أنبوبة على شكل حرف U أحد ساقيها قصيرة يزيد طولها قليلا على نصف طول الساق الأخرى وممتلئة بالسائل حتى نهايتها عن طريق اتصالها بخزان السائل ، ويدفع الهواء المضغوط عند قاعدة الساق الأخرى فيتحرك السائل إلى المكان المرغوب . ويمكن استعمال غاز آخر بخلاف الهواء . وهذه الطريقة تناسب السوائل التي تسبب تآكلا للمعدات . ومضخات الهواء المضغوط تتكون من حيز يمتلئ بالسائل عن طريق صمام بتأثير الجاذبية الأرضية فينطلق الهواء من صمام آخر نظرا لأن السائل حل محله ، ثم يفلق الصمامان ويدفع الهواء المضغوط فيندفع السائل في الأنابيب . ويراعى الاحتفاظ بكمية من السائل داخل الحيز دائما لمنع اندفاع الهواء في الأنابيب .

٥ - المضخات Pumps : وهي تستخدم في نقل السوائل إلى

أعلى أو في اتجاه أفقى ، وتصل بالبخار أو الهواء أو الكهرباء أو الماء ، وتصنع من البلاستيك أو الزجاج أو المعادن ، وقد تطل من الداخل أو تبطن بمادة تمنع تآكل المعدن . وتبعا لمصدر القوة يطلق على المضخات أسماء متعددة منها centrifugal pumps , variable flow pumps , gear pumps , turbine pumps , diaphragm pumps , rotating plunger pump وتعتبر المضخة variable flow pump طراز Moyno من أفضل المضخات المستخدمة فى نقل السوائل الغذائية سواء كانت منخفضة أو مرتفعة اللزوجة ، وتتراوح كفاءتها بين جالون ومائة وخمسين جالونا فى الدقيقة . أما المضخات طراز rotating plunger type فتفيد فى نقل المولاس والسيكولاتا وعجينة المادة الغذائية .

٦ - الأواني المتنقلة وعربات النقل : وهى تستخدم فى نقل السوائل أيضا بجانب صلاحيتها لنقل المواد الغذائية الصلبة .

وبالنسبة للغازات التى تستخدم فى مصانع الأغذية والتى تنتج فى المصانع ويلزم نقلها تستعمل المراوح لدفع الغاز أو سحبه خلال مواسير أو قنوات تصنع من مواد تتحمل الغاز اذا كان له القدرة على احداث التآكل . وأنشهر الوسائل المستخدمة فى هذا المجال هى :

١ - المدخنة Chimney : وهى شائعة الاستخدام فى ازالة الدخان ونواتج الاحتراق . وتزود هذه المدخنة أحيانا بتيار من الهواء للمساعدة فى دفع الأدخنة . ويراعى أن تكون المدخنة بارتفاع شاهق فى حالة الغازات التى قد تسبب اتلاف الحفرووات وبعض النباتات النامية .

٢ - المراوح Fans : وهى عبارة عن صفائح blades متصلة بعمود سريع الحركة ، وتتوقف قدرتها على مدى تقعر الصفائح وشكلها .

يضطى السطح بالمطاط فى حالة استعمال المروحة لدفع الغازات القذرة
والتي تحدث التآكل .

٣ - دافعات الهواء Blowers : وهي تدفع جزءا من الغاز فينتدق
جزء آخر ، وتستمر العملية .

٤ - ضاغط الغاز Compressor : وهو يشبه نوعا من
المضخات ، وفيه يراعى التخلص من الحرارة التي تطلق من الغاز أثناء
كبهه .

٥ - مضخات التفريغ Vacuum pumps : وهي شائعة الاستعمال
فى تجفيف المواد الغذائية تحت ضغط منخفض وفى التقطير وفى التفريغ
وفى التعبئة تحت ضغط منخفض وفى سحب الغازات والهواء وفى التبخير
تحت ضغط منخفض وفى نقل الفاكهة وفى مجففات المقصورة وغيرها .

ويراعى فى اختيار وسيلة نقل المادة الغذائية أن تعزل العبوات التي
تعرض للكسر أو التلوث أثناء النقل ، وأن يكون الجهاز المستخدم للنقل
مناسبا لاستمرار الاتاج بدون معوقات ، وأن يكون الجهاز الناقل مصنوعا
من مادة معدنية لا تلوث اللبن أو الحليب ولا تحدث أكسدة لبعض مكونات
المادة الغذائية مثل ما يحدثه النحاس من أكسدة لفيتامين ج وبعض المواد
المكسبة للنكهة . واجتناب الأنظمة المستخدمة فيها الهواء فيما لو كان
للغذاء تأثير مؤكد على المادة الغذائية المراد نقلها ، وأن تؤخذ الاحتياطات
اللازمة لمنع اشتعال الفبار المنطلق من المادة الغذائية كالتشبا أو الدقيق
مثلا باستخدام نظام يمنع انطلاق الفبار أو يكون مانعا ضد وصول الشرر
أو الحرارة للفبار ، وأن يكون الجهاز المستخدم خاليا من الأركان والزوايا
التي قد تتخلف بها كميات من المواد الغذائية وتصبح عرضة للتعفن
فتفسد مصفات المادة الغذائية وتجنب التوازي . وأن تكون الأجهزة
سهلة التنظيف وتقى المواد الغذائية من التلوث بالأتربة . وأن تكون
الباقات غير متلفة للعبوات .

عمليات الوزن والقياس :

تعتبر عمليات الوزن والقياس **weighing and measuring** من مستلزمات التصنيع الغذائي . ولا يكفي عادة بالوزن والقياس عند الاستلام والتسليم فقط ، بل يجرى ذلك أيضا في مراحل متعددة أثناء التصنيع . ولذلك توجد أجهزة الوزن أو القياس في مناطق متعددة من المصنع مثل السيور والمضخات ورصيف الاستلام وغيرها . وتفيد هذه الأجهزة في معرفة مقدار الفقد الصناعي ، وعندما يزداد مقدار الفقد عن هذا الحد وجب البحث عن مسببات الفقد وتعديل النظام لتحاكي حدوث مثل هذا الفقد . وعمليات الوزن والقياس هذه لها أهميتها الاقتصادية ، كما أنها يجب أن ترتبط بجهود معمل مراقبة جودة الانتاج الذي يحدد مدى حدوث الفقد في مكونات الطعام كالفيتامينات والمعادن والبروتينات وعوامل النكهة والمواد الملونة والنشاط الانزيمى وغيرها ، كما يجب المبادرة الى معالجة هذا الفقد في المكونات اذا كان بنسب مرتفعة نسبيا .

وأجهزة وزن وقياس المواد الصلبة هي :

١ - الموازين الأوتوماتيكية **Automatic scales** : وهي تمتاز على الموازين اليدوية بالدقة والسرعة وتماثل للدفعات الموزونة . ويتكون الميزان الأوتوماتيكي من قادوس ومغذ **feeder** يعمل بتأثير الجاذبية الأرضية اذا كانت المادة قابلة للانسياب أو باستخدام برية **screw** أو اسطوانة **drum feeder** اذا كانت المادة غير قابلة للانسياب بسهولة ، وفتحة للتفريغ . فعندما تنصب المادة في القادوس بالكمية التي تساوى الثقل المقابل تغلق فتحة المله الأوتوماتيكية وتفتح فتحة التفريغ . وتقوم الروافع بالحركة اللازمة لإعادة المله والتفريغ . وقد يضبط الجهاز بحيث يمثل الميزان حجم معين من المادة بدلا من وزن معين . وقد يزود الميزان بقادوسين أحدهما يفتح للتفريغ في الوقت الذى يجرى فيه ملء القاني

٢ - أجهزة تعبئة المساحيق Powder Fillers وهي تستخدم في حالة المواد الغذائية المتجانسة uniform ، وفيها يتحكم في حجم المادة المنصبة في القادوس عن طريق auger يدور عددا محددا من الدورات ليزود القادوس بحجم معين من المادة الغذائية . وقد تكون هناك فتحتان للملء احدهما تصب الجزء الأكبر بينما الأخرى تغطي القليل بالقدر الذي يلزم لاستكمال الوزن المحدد .

٣ - مقاييس الوزن Weighometers : وهي تحدد بصفة مستمرة أوزان المواد الغذائية المنقولة على سيمور الناقلات .

٤ - الموازين المستمرة Poidometer : وهي تزن المواد بصفة مستمرة وبأوزان ثابتة .

وأجهزة وزن وقياس السوائل هي :

١ - المضخات Proportioning pumps وهي مضخات plunger pumps تضبط سرعتها عند حد ثابت وبذلك يمكن التحكم في كمية السائل المندفعة منها .

٢ - المخذي ذو الانبوبة Pitot feeder : وفيه يتصل أحد طرفي الانبوبة Pitot tube المقسمة بقاع الصهريج الأول بينما يتصل الجزء الآخر من الانبوبة بقاع الصهريج الثاني الذي تزداد سعته عنها في الصهريج الأول . وتتحكم صمامات needle valves مركبة على الانبوبة في كمية السائل عن طريق تحكمها في الضغط الواقع على أحد طرفي الانبوبة بتأثير سرعة انسياب السائل ، فهذا الضغط يعمل على انتقال جزء من الزيت من قمة الصهريج الأول الى قمة الصهريج الثاني فيحل محل حجم مماثل من السائل .

٣ - مخذي الانبوبة القابلة للضغط Puls a feeder : وهي دقيقة للغاية في قياس حجوم السوائل ، وتتكون من أنبوبة flexible tube

يحيط بها سائل sealing liquid وبها صمام سفلي للبل وصمام علوي
 auger valve لتفريغ ، ويغلف السائل والانبوبة مما غلاف صلب،
 ويتصل بالغلاف الخارجي أنبوبة جانبية بها مكبس يتصل بهذا السائل
 ويعمل تحت ظروف محددة تمكن من تحديد كمية المادة الغذائية السائلة
 المدفوعة من الانبوبة . فعندما يضغط المكبس على السائل والانبوبة
 تنضغط هذه الانبوبة فيخرج من فتحتها العلوية كمية محددة من السائل،
 وبعودة المكبس الى وضعه الأصلي تنفرد الانبوبة لتأخذ شكلها الأصلي
 ويقلل صمام التفريغ وينفتح الصمام السفلي ليسحب كمية مائلة من
 المادة السائلة . وهذه الانبوبة تتحمل العمل وقتاً طويلاً .

ولقياس الغازات تستخدم مراوح الطرد المركزي Blowers أو أجهزة
 القياس التي تعمل بطريقة الاحلال ايضا double acting bellows type

ولقياس درجة الحرارة تستخدم ترمومترات متعددة الأشكال والنظم
 أو المزدوجة الحرارية thermocouple type أو المقاومة
 resistance pyrometer .

ولقياس الضغط تستخدم مانومترات متعددة pressure gages

عمليات التخزين :

تعتبر عملية التخزين من أهم وحدات العمل في مصانع الأغذية ،
 فهي تستلزم مراعاة الظروف المناسبة لئلا يحدث تغيرات غير مرغوبة
 في المواد الغذائية المخزنة أو تحدث بعض التغيرات المرغوبة في المنتجات
 أثناء فترة التخزين . ومن أهم العوامل التي يجب التحكم فيها أثناء
 تخزين المنتجات الغذائية هي درجة الحرارة . والدرجات المناسبة لتخزين
 بعض الأطعمة موضحة في الجدول التالي :

درجة الحرارة المستخدمة للتخزين ° ف

الطعام

من الى متوسط

فاكهة وطماطم :

٣٢.٥	٣٦	٢٩	تفاح
٤٢.٥	٤٥	٤٠	شمش
٣٥	٤٥	٣٤	موز
٣٨	٤٠	٣٥	عنبات
٤٠	٤٠	٣٥	قاوون Cantaloupe
٣٨	٤٠	٣٦	كريز طازج
٣٥	٤٠	٣٢	عنبات Currants
٥٠	٥٥	٤٥	بلج
٤٥	٥٥	٣٥	تين
٣٧.٥	٤٠	٣٥	جريب فروت
٣٥.٥	٤٠	٣٢	عنب
٣٧.٥	٤٥	٣٢	ليمون
٤٠	٥٥	٣٥	قاوون شبكي Muskmelons
٣٧	٥٠	٣٢	برتقال
٤٠	٥٥	٣٤	خوخ طازج
٣٥	٣٨	٣٣	كمثرى
٤٢.٥	٤٥	٤٠	أناناس
٣٢	—	—	برقوق
٣٨	٤٠	٣٦	شليك
٣٨	٤٢	٣٤	طماطم
٣٧	٤٠	٣٤	بطيخ

درجة الحرارة المستخدمة للتخزين ° ف

الطعام:	من	الى	متوسط
---------	----	-----	-------

خضروات :

أسبرجس	٣٣	٣٥	٣٤
فاصوليا جافة	٣٢	٤٠	٣٧
كرنب	٣٢	٣٤	٣٣
جزر	٣٣	٣٤	٣٤
كرفس	٣٣	٣٥	٣٣
خيار	٣٨	٥٠	٤٠
خس	٤٣	٤٥	٤٢
بصل	٣٣	٣٦	٣٤
جزر ابيضه Parsnip	٣٢	٣٤	٣٣
بصل طازجة	٣٦	٤٠	٣٨
بصل طازج	٣٠	٤٠	٣٥

لحوم ومنتجاتها :

لحم بقرى طازج	٢٨	٣٩	٣٤
لحم بقرى Lamb	٢٨	٣٤	٣٢
لحم بقرى قطع كبيرة	٢٨	٣٦	٣٢
لحم عجالي	٣٠	٣٦	٣٣
لحم طيور مجمد Game	١٠	٢٨	٢٦
لحم طيور للتجميد Game	٢٨	٢٨	١٠
لحم طيور تخزين قصير Game	٢٥	٣٦	٣٠
فخذ خنزير Hams	٢٨	٣٥	٣١
لحم خنزير Hogs	٣٠	٣٣	٣١

درجة الحرارة المستعملة للتخزين ° ف

الطعام	من	الى	متوسط
لحم ضان طازج	٣٠	٣٢	٣١
شحم خنزير	٢٤	٤٥	٣٩.٥
كبد	-	-	٣٠
لحم مملح	٢٥	٤٠	٣٧.٥
لحم مملب	٣٠	٢٥	٢٢
لحم طازج	٢٤	٤٠	٣٥.٥
لحم طازج ضان Mutton	٣٢	٣٦	٣٤.٥
لحم مجمد ضان	٢٥	٣٢	٢٨
لحم خنزير طازج Pork	٣٠	٣٢	٣١.٥
لحم خنزير مسوي Pork	٤٠	٤٢	٤١
عجوات السجأ	٣٠	٣٥	٣٢.٥
سجأ طازج	٣٦	٤٠	٣٨
سجأ مسوي	٤٠	٤٥	٤٢.٥
لحم بتلو	٢٨	٣٦	٣٢

اسماك ومنتجاتها :

سمك القد Codfish	٤٠	٤٥	٤٢.٥
سمك طازج	٢٠	٣٠	٢٦
سمك مجمد Fresh water frozen	١٠	١٧	١٥
سمك مجمد Salt frozen	١٠	١٥	١٣
سمك مجفف	٢٥	٤٠	٣٦
محار Oysters	٣٣	٣٥	٣٣.٥
سردين	٢٥	٤٠	٣٧.٥

درجة الحرارة المستعملة للتخزين ه ف

الطعام	من	الى	متوسط
--------	----	-----	-------

دواجن ومنتجاتها :

بيض	٢٨	٣٥	٢٩
دجاج مجمد	١٠	٣٠	٢٨
دجاج للتجميد	صفر	٢٢	١١ر٥

منتجات البان :

زبد	١٤	٣٨	٢٠
زبد للتجميد	١٥	٢٠	١٧ر٥
جبن بالقشدة	٣٠	٣٦	٣٢ر٥
جبن طرى	٣٢	٣٦	٣٤
لبن مكثف	٣٥	٤٠	٣٧ر٥
قشدة طازجة	٣٢	٣٥	٣٣ر٥
قشدة مكثفة	٣٦	٤٠	٣٨
مرجرين	١٨	٣٥	٢٨
لبن طازج	٣٢	٣٦	٣٣
لبن مبخر	٣٦	٤٠	٣٨

منتجات حبوب :

اطعمة حبوب	٤٠	٤٥	٤٣ر٥
دقيق قمح	٣٦	٤٠	٣٩ر٥
مطحون الزمير	٤٠	٤٢	٤١
أرز	٤٠	٤٥	٤٣ر٥

درجة الحرارة المستخدمة للتخزين ٥ ف

الطعام	من	الى	متوسط
--------	----	-----	-------

نقل :

لوز	٣٤	٤٨	٣٦
أبوفروة Chestnuts	-	-	٣٣
بندق Filberts	٣٥	٤٠	٣٧.٥
نقل غير مقشور	٣٥	٤٠	٣٧

منوعات :

بيرة Ale	٣٢	٤٢	٣٧
شيكولانة	-	-	٤٠
عصير تفاح	٣٠	٤٠	٣٣.٥
Claret	٤٥	٥٠	٤٧.٥
غازوزة Ginger ale	-	-	٣٦
عسل نحل	٣٦	٤٥	٤٢.٥
عسل مابل Maple	٤٠	٤٥	٤٢.٥
مولاس	٤٠	٤٥	٤٢.٥
زيت زيتون	٣٥	٤٠	٣٧.٥
ورق كرنب مخلل Sauerkraut	٣٥	٣٨	٣٧
سكر	٤٠	٤٥	٤٢.٥
محلول سكري مركز	٣٥	٤٥	٣٩
نبيذ	٤٠	٤٥	٤٢.٥

ويجرى تخزين الأطعمة المصنعة وغير المصنعة والحامات ، الصلبة والسائلة والغازية ، في صهاريج متباينة الأشكال والأحجام والتركيب والأسماء ، فالصهاريج المستخدمة في خط التصنيع تسمى process tanks بينما الأخرى يطلق عليها أسماء مميزة مثل تانكات الإذابة أو المزج أو المعاملة clarifiers و dissolving or blending or treating tanks و fermenters و brine و settlers و thickeners و reactors . وتصنع التانكات من الخشب أو الصلب أو الصلب غير القابل للصدأ أو الصلب المطبق أو البلاستيك أو الحجارة أو المسلح .

فالتانكات الخشبية تتميز بتحمل الخشب لعموضة بعض الأطعمة مثل حامض الخليك وحامض اللكتيك والغل والكرنوب المخلل والنشأ والمخللات وبعض المواد المتخمرة . وتستعمل في صناعة هذه التانكات أنواع معينة من الخشب مثل الأرز cedar والخشب الأحمر redwood والغرب maple والقر oak والموسكي pine والتوب fir والسرو cypress . وتربط أجزاء التانكات ببعضها باستخدام قضبان من الصلب ترتكز على كتل خشبية لكي لا تلتصق بالتانكات فيسهل طلاؤها وتنظيفها وحمايتها من التآكل بفعل السائل عند الرشع أو التناثر . إلا أن هذه التانكات الخشبية يصعب تنظيفها وتعميقها ، ولهذا يفضل تبطين هذه التانكات بالبلاستيك أو المطاط أو البرونز أو القصدير أو غيرها ليسهل تنظيفها .

والتانكات الصلب تتميز بقوتها وخفة وزنها نسبيا ، وقاعها قد يكون مسطحا أو مخروطيا أو مستديرا أو غير ذلك من الأشكال ، كما أن التانك قد يكون مكشوقا أو مقطى ، به فتحات للتهوية أو خاليا منها ، يخذ وضعا رأسيا أو أفقيا . ومن أمثلة التانكات الأفقية ما يحمل على عجلات tank cars or tank trucks ويستعمل في هذه الحالة لنقل السوائل .

والتانكات المصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ تتميز بتكوين

طبقة أوكسيدية على سطحها ، وللمحافظة على هذه الطبقة يلزم توفر التهوية حول التانك بصفة مستمرة .

والتانكات المبطنة بالزجاج يكثر استخدامها في تخزين المين والغازوزة وعصير الفاكهة والنبذ والوسكى والبيرة وبعض المستحضرات الصيدلية . والتانكات المبطنة بالبلاستيك قليلة الاستعمال في مصانع الأغذية ، أما المبطنة بالمطاط أو بالرصاص فيندر استعمالها .

والتانكات المصنوعة من البلاستيك يقل استخدامها في مصانع الأغذية بسبب ارتفاع تكاليفها وقلة مقاومتها للحرارة .

والتانكات الحجرية سهلة الكسر وثقيلة الوزن وقليلة المقاومة للحرارة العالية ، ولذا فاستعمالها في مصانع الأغذية ضئيل .

وأهم الاعتبارات التي تراعى عند تحديد الظروف المناسبة لتخزين المنتجات الغذائية هي :

- ١ - انتقال الرطوبة والغازات .
- ٢ الوقاية من الأتربة والقاذورات .
- ٣ الوقاية من التلوث بالبكتريا والفطريات والبخائر .
- ٤ التهوية .
- ٥ سهولة التداول الميكانيكى .
- ٦ قابلية المنتجات الغذائية للتخزين .
- ٧ استخدام مساحة المخزن بطريقة اقتصادية .
- ٨ كيفية التخزين وطبيعة المواد المراد تخزينها .

وبالنسبة لتخزين الحبوب الغذائية cereals تستخدم صوامع

مبنية concrete bins أو مصنوعة من الصلب أو الخشب ، والأولى تصلح لتخزين الكميات الكبيرة من الحبوب . كما أنها سهلة الإنشاء والصيانة وتحمل ضغط الحبوب وتقاوم الاشتعال والعوامل الجوية ويعتبر بناؤها اقتصاديا . أما صوامع الصلب فليست باهظة التكاليف وتقاوم الحرارة والتلوث وانشائها سريع ، لكنها تتأثر بتقلبات الحرارة مما يؤدي إلى تكثف الرطوبة على الحبوب sweating وهذا يعرض الحبوب للفساد . ونستعمل صوامع الصلب للتخزين المؤقت أو لتخزين الكميات الصغيرة من الحبوب في المزارع . والصوامع الخشبية تستخدم في تخزين الحبوب مرتفعة الرطوبة ، وهي عرضة للاحتراق ، لكنها لا توصل الحرارة بسرعة ولذلك تتشابه مع الصوامع المبنية من وجهة عدم تكثف الرطوبة على سطح الحبوب .

ومنتجات الحبوب الغذائية تخزن في أكياس من الورق أو القماش أو في براميل أو اسطوانات ، وتحدد العبوة بما يتناسب مع الاستعمال . ويعرض الدقيق العادي غير المبيض أثناء تخزينه إلى فقد في الكاروتين والقوة حتى في غياب الأوكسيجين .

والمواد الغذائية المدخنة بمواد قاتلة للحشرات . مثل الكاكاو المدخن بسيانيد الإيدروجين ، تخزن في صوامع جيدة التهوية منعاً من تراكم الغاز إلى حد قد يصبح ضاراً بصحة الإنسان .

والسوائل غير المتجانسة ، مثل الشيكولاته السائلة التي تتعرض لانفصال زبد الكاكاو منها أثناء التخزين . تخزن في تانكات مزدوجة الجدران ومزودة بمقليات مستمرة وبماء ساخن أو بخار بين الجدارين لضبط درجة الحرارة . ويراعى ضبط سرعة التقليب عند الحد المناسب وكذلك تحاشي عدم تراكم الشيكولاتة على الجدران مما يسبب ارتفاع درجة حرارتها .

والفاكهة تخزن في غرف التبريد ، تعزى الصعوبة في ضبط

ظروف التبريد الى حدوث عملية التنفس بامتصاص الأوكسيجين وطرد ثاني أكسيد الكربون ، وهذا يستلزم عدم السماح بارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون في جو غرف التبريد وبالتالي انخفاض نسبة الأوكسيجين الى الحد الذي يقتل خلايا الثمار ، كما هو الحال في ظهور مرض *brown heart* في ثمار التفاح المخزن . ويمكن وضع صودا كاوية لامتنصاص ثاني أكسيد الكربون من جو الثلاجات . وتقدر كمية الغاز المنطلقة من طن تفاح بحوالى ٢٥ قدم مكعب في اليوم ، بينما طن الشليك يعطى ٧٥ قدما مكعبا وطن الخوخ خمسة أقدام مكعبة وطن الصنبيات ٧ - ١٥ قدما مكعبا .

والخضروات أسهل في التخزين من الفاكهة بسبب السكون *dormancy* الذى يعترى خلايا الخضروات عقب حصادها بفترة قصيرة .

والبيض يخزن على درجة حرارة تكاد تكون معروفة جيدا ، أما الرطوبة النسبية الموافقة فما زالت غير محدودة بصفة قاطعة ، وبصفة عامة يخزن البيض على أقل درجة حرارة ممكنة بشرط تعاشي تجدد الصفار والبياض منعا من تكسير القشرة نتيجة لازدياد الحجم عند التجمد . وهذه الدرجة غير محددة بصفة قاطعة نظرا لأن بعض البيض يحتوى على البيومين كثيف القوام يتجدد على درجة حرارة أعلى مما يلزم لتجميد البياض الخفيف القوام ، كما أن القشرة السميكة تتحمل درجات التجمد عن القشرة الرقيقة . والشائع هو حفظ البيض على درجة ٢٨ - ٣١ ° فهرنهيت ، وتفضل درجة ٢٩ ° فهرنهيت . أما درجة الرطوبة النسبية فتحدد بما يتشى مع العوامل الجوية ودرجة الحرارة المستخدمة ومكان التخزين ، وتتراوح الرطوبة النسبية المستخدمة بين ٨٢ ، ٨٥ % . ويفضل تعاشي جفاف غرفة التخزين لأن الجفاف يسبب ازدياد حجم الجلينة الهوائية *air cell* فى البياضة ويقلل من تيسر المحتويات ويكر حدوث الفساد . ويلزم استبعاد البيض المشروخ عن البيض السليم المخزن منعا من سهولة محتويات البياضة بعد كسرها وتصبح المحتويات

عرضة لنشاط الأحياء الدقيقة • وفي حالة غسيل البيض الملوث يجب تجفيفه جيدا قبل تخزينه • وينصح بوضع البيضة في الصندوق متركزة على طرفها الصغير الذي يفوق في قوته الطرف الكبير، كما أن هذا الوضع يسمح بارتفاع الصفار الى أعلى عندما يضعف البياض بدلا من أن يلتصق الصفار بالقشرة •

وبذرة القطن وما شابهها تتنفس أثناء التخزين ، ولذا فهي تعامل بمواد كيميائية توقف تنفسها مثل أوكسالات ثنائي الايثايل والايثيلين كلورهيدين ethylene chlorohydrin •

وتلف بعض الأطعمة ، كالفاكهة والخضروات واللحوم والأسماك والدواجن ، عقب غسلها وتجفيفها للمحافظة عليها أثناء التخزين ومنع حدوث الجفاف dehydration أو تغير اللون discoloration والتبقع freezer burn • ومن أسهل الطرق المستخدمة في التغليف وضع الدجاجة داخل كيس بليوفيلم Pliofilm والغمس في ماء قريب من درجة الغليان فيلتصق الغلاف بجسم الدجاجة بينما يعمل ضغط الماء على طرد الهواء من الكيس • وقد يجري التغليف ميكانيكيا حيث توضع المادة الغذائية بين سطحين من المطاط ويضغط عليها بفرشاة لطرد الهواء وجعل الغلاف ملاصقا للمادة الغذائية • وقد يفرغ الهواء ميكانيكيا • ويجب أن يكون الغلاف مانعا للرطوبة moistureproof والغاز gasproof ولا ينفذ السائل liquid tight •

عمليات التدرج والنخل :

تفرز الحشامات عادة وتدرج تبعا لحجم الثمرة أو الوحدة ودرجة جودتها quality • وتعتبر عملية التدرج ذات أثر بالغ في الناحية الاقتصادية للمصنع نظرا لأنها تتدخل في تحديد سعر البيع للمنتجات • ولذلك يفضل دائما إجراء التدرج الحاد too close grading بدلا من التدرج المحدود too lax grading الذي يخفض درجة جودة الناتج •

ويجرى التدرج بطرق متعددة ، منها طريقة السطوح المثقبة
 screens الشبيهة بالمصافي . وهذه السطوح قد تكون ثابتة
 stationary screens ، أو مهتزة shaking أو قائمة erect
 أو bluterguss ، أو تكون دائرة screening surface moves سواء كانت
 منبسطة flat screens أو أسطوانية reels ، وهذه المنبسطة قد
 تهتز بتأثير الكهرباء electrically vibrated أو ميكانيكياً mechanically
 vibrated ، أو تكون بأشكال أخرى مثل السلندر roller أو الحبل
 rope أو اللوح slat أو السلك cable . وتعتبر السطوح الثابتة قليلة
 الكفاءة في التصنيع الغذائي كما أنها تعرض المواد الغذائية للتجريح
 وتستلزم مزيداً من الأيدي العاملة . ويمكن هز مثل هذه المصافي الأفقية
 يدوياً ، كما قد توضع بزاوية قدرها ٤٥ - ٦٠° ليتمكن انحدارها بتحريك
 الحامات من جزئها العلوي تجاه جزئها السفلي ، وفي خلال ذلك تمر
 الحامات الصغيرة الحجم من ثقوب المصفاة بينما تتجمع الوحدات التي
 يتجاوز قطرها قطر فتحات المصفاة في نهاية المنحدر . والأسطوانات
 reels أو المصافي الدائرة revolving screens تكون عادة شبيهة
 أفقية وفيها تدخل المواد الغذائية من أحد الطرفين متجهة تجاه الطرف
 الآخر ، وفي أثناء ذلك تتساقط الوحدات الصغيرة من فتحات الأسطوانة
 بينما تخرج الوحدات الكبيرة من الطرف المقابل . وقد تزود هذه
 الأسطوانات بجداغات داخلية لتقليب المواد أثناء تدرجها ، كما قد تصنع
 الأسطوانات بشكل سداسي hexagonal أو tapered hexagonal
 لتسهيل تقليب المواد الدقيقة الحجم . ويصنع جسم الأسطوانة ، أي
 المصفاة ، من الحرير أو النيكل أو النحاس أو الصلب غير القابل للصدأ
 أو النيون أو البرونز أو غيبكية monel ، فالحرير والخيط مستخدمة في
 تدرج الدقيق والنشا بينما الأسطوانات المعدنية تستخدم في تدرج البسلة
 والفاصوليا وغيرها . والمناخل المسطحة flat screens عبارة عن قاع مثقب
 ومثبت في إطار من الجوانب ، وعملها متوقف على هزها أو الطرق عليها أو
 هزها ببطء في اتجاه وبقوة في الاتجاه المضاد differential shaking
 أو التذبذب الكهربائي (hummers) electrical vibration

وتستعمل المصافي في تدريج الفسائكة والخضروات عادة ، وهي تصنع بثقوب تمشي أحجامها مع حجوم المواد المراد تدريجها ، كما أنها تصنع من المعدن وخاصة النحاس الذي لا يضر بلون المادة الغذائية ولو أنه يخشى منه التلوث بالمعدن أو المساعدة على أكسدة بعض المكونات . وعادة تجهز الماكينة بمجموعة من هذه السطوح المثقبة المتفاوتة في قطر الثقوب ليتسنى تغيير السطح واستخدام نفس الماكينة في تدريج عدد كبير من الأطعمة المتباينة . وقد يبدأ بفصل الوحدات الكبيرة ثم تدرج الوحدات الصغيرة أو قد يعبر العكس . والمناخل الدقيقة الثقوب يوضع عليها أحيانا مجموعة من الكرات *tapping balls* لتساعد على دفع الحبيبات الدقيقة في ثقوب المنخل . والمناخل الدائرية *centrifugal sifters* مازالت مستخدمة في بعض المصانع والمطاحن القديمة . أما سلندرات التدريج فعبارة عن سلندرين قطر الواحد منهما بوصتان تقريبا ويدور أحدهما في اتجاه عكس اتجاه الثاني ، وتكون المساحة بينهما أضيق في الطرف المرتفع عنها في الطرف المنخفض ولذا فالوحدات الصغيرة من الطعام تنفصل في الطرف العلوي بينما الكبيرة تنفصل في الطرف السفلي . وتستخدم هذه السلندرات عادة في تدريج المواد الغذائية غير المقشورة وغير المجزأة وذات الشكل المستطيل نوعا . وأما الحبال أو الأسلاك فقد تغطي أو لا تغطي بالمطاط ، وهي عبارة عن حبلين أو سلكين يمتدان لمسافة طويلة والمسافة بينهما قصيرة وتأخذ في الاتساع تدريجيا . واسطوانات التدريج *slat graders* عبارة عن أسطوانات مصنوعة من ممدابات خشبية تبعد عن بعضها بالمسافات المناسبة لأحجام المواد الغذائية المراد تدريجها .

وتدرج الحامات تبعاً لدرجة جودتها وصفاتها النوعية لأن الانتاج الجيد يستلزم البنية بغامات جيدة ولا يفنى عن ذلك المهارة في التصنيع أو جودة الماكينات . فمن هذه الوجهة يراعى اختيار الأصناف الجيدة الملائمة للتصنيع الحسنة النكهة ، وتكون الحامات بدرجة مناسبة من النضج حفاظا على اللون والنكهة إذ أن الثمار قد تكون ناضجة *ripe* أو غير

ناضجة unripe أو تجاوزت النضج المناسب overripe أو مكتملة الحجم والنكهة ولكن غير مكتملة النضج المناسب للآكل firm ripe ، وتكون الحامات معدة للتصنيع بأسرع ما يمكن عقب حصادها تعاشيا لحداث الذبول وتلف الصفات أو يستعاض عن ذلك بتحديد الظروف الملائمة للتخزين محتفظة على الثمار حتى يحين وقت تصنيفها ، وتحس الثمار عقب حصادها من الحرارة المرتفعة التي قد تزيد درجة نضجها بتأثير تنشيط التفاعلات الحيوية ، وتفرز sorted هذه الحامات أثناء تقشيرها أو تجزئتها لاستبعاد الثمار المجروحة وغير الناضجة ، وقد يعاد الفرز أثناء تعبئة الحامات في الصوبات بل وقد يجرى الفرز ثلاث أو أربع مرات . وعادة يقوم بالفرز عمال مدربون تتحرك أمنهم الحامات على سير متحرك .

وعمليات الفرز والتدريج تعطي كمية من المواد الغذائية تنزل عن طريق التصنيع العادي وقد يكون بعضها بحالة صالحة فيمكن الاستفادة منه والبعض ردي يلزم استبعاده . فبعد تليق ثمار الفاكهة الجيدة تتخلف ثمار منخفضة الجودة waste fruit يمكن الاستفادة منها بهرسها وادخالها في صناعة بعض الحلوى أو هرسها وتركيزها وتحليتها وإضافتها للجيلاتن أو هرسها وبيعها للراغبين في الاستفادة منها أو طبخها وتحويلها إلى مربى أو هرسها واستخدامها في إنتاج مكسبات النكهة والاحماض العضوية وغيرها . أما المنتجات الثانوية by-products في مصانع الأغذية فيمكن الاستفادة من بعضها ، مثل الخبيرة في مصانع البيرة فيمكن استخدامها في عمليات أخرى أو إضافتها لخلفات الاستخلاص للحصول على علف للماشية جيد الصفات ، ومثل ماء النقع المتخلف في مصانع النشا بعد نزع الذرة يمكن استخدامه في صناعة البنسلين ، ومثل علف الذرة المتخلف في مصانع النشا ومن عصر جنين الذرة ، ومثل مخلفات مصانع الأسماك التي تستخدم علفا أو في التسميد ، ومثل السوائل الكبريتية المتخلفة من مصانع لب الخشب التي تستخدم في إنتاج بعض المواد المكسبة للنكهة . وبصفة عامة يطلق

على المواد المتبقية بعد التصنيع والتي لا يستفاد منها بوسيلة أخرى اسم المخلفات wastes ، بينما البقايا الممكن الاستفادة منها عمليا واقتصاديا تسمى منتجات ثانوية by-products ، وهذه الأخيرة تحقق ربحا للمصنع بل قد يكون معظم دخل المصنع من هذه المنتجات الثانوية .

عمليات التقشير :

تجرى عمليات التقشير يدويا أو ميكانيكيا ، مثال ذلك تقشير husking كيزان الذرة باليد أو بامرارها على سلندرات سريعة الدوران مصنوعة من المطاط أو الصلب ومرطبة برذاذ من الماء طيلة فترة عملها لمنع تجريح الحبوب ومزودة بسكاكين لقطع الطرف butts وإزالة معظم الخيوط silk مع الأغلفة . وهذه الماكينات سريعة تعطى ٦٠-٨٠ كوزا في الدقيقة ، وتقدر نسبة الأغلفة المزالة بحوالى ٣٠٪ من وزن الكيزان . وللمحافظة على هذه الماكينات بعد انقضاء موسم التشغيل يمكن أن تدمن بالزيت . وهناك طريقتان لازالة الخيوط أو بقاياها ، فى الاولى تستعمل فرش لازالة الخيوط أثناء التقشير ثم تفصل كيزان الذرة المقشورة برذاذ من الماء فى ماكينة أخرى ، وفى الثانية تستخدم ماكينة بها سلندر مثقب يصل كالمخل وبه أصابع لحجز الخيوط .

والتقشير بالاحتكاك abrasion peeling يفيد فى تقشير الجوز والبطاطا واللفت والبطاطس وغيرها . وهذه الطريقة غير مرغوبة لضرورة استكمال التقشير يدويا فى البطاطس مثلا ولارتفاع نسبة الفقد بالتقشير الى حوالى ٣٦٪ إلا انها طريقة سريعة . وماكينة التقشير بالاحتكاك عبارة عن سلندر قطره حوالى ٣٠ بوصة وعمقه حوالى ١٦ بوصة جدرانها وقاعه مغطاة بمادة خشنة مثل الكربوراندم ، فعند دوران القاع تندفع ثمار الفاكهة أو الخضراوت تحتك بالجدران الخشنة فتفقد جزءا من القشرة يمكن ازالته برذاذ من الماء . وتقدر سرعة هذه الماكينة فى التقشير بحوالى ستين رطلا من البطاطس فى الدقيقة .

والتقشير بالبخار steam peeling يفيد في تقشير الخوخ والثمار المشابهة له ، فبعد تقطيع الخوخ الى اقسام وازالة اللواة pit ترص القطع على صوان وتوضع في صندوق البخار لمدة دقيقتين أو ثلاث فيسهل ازالة القشرة يدويا . والبنجر يقسل ويوضع في البخار على درجة ٢٢٠° ف لمدة ٢٠ - ٢٥ دقيقة ويبرد في الماء وتزال قشرته يدويا . والبطاطس تفسل وتوضع في البخار على درجة ٢٤٠° ف لمدة ٩ - ١٢ دقيقة ثم تزال القشرة . والطماطم تقشر بالبخار أيضا . وأحيانا يستخدم البخار تحت ضغط كماء في حالة البطاطا والجزر والقليل والبطاطس فتزداد سرعة وكفاءة التقشير ويقل الفقد في الجزء اللحمي المزال مع القشور .

والتقشير بالماء الساخن hot water peeling يمثل غمر قطع ثمار الخوخ في الماء على درجة الغليان لفترة قصيرة فيصبح من السهل نزع قشرة الخوخ يدويا . وكذلك ثمار الطماطم تغمر في الماء المغلي لمدة ربع ثانية أو ثانية ثم تغمس في ماء بارد أو تعرض لرداذ الماء البارد وبعدها تزال القشرة يدويا . ويمكن تحقيق نفس الغرض باستخدام البخار الا أنه يفضل استعمال الماء المغلي لضمان التجانس في المعاملة والتنظيف . ويجب مراعاة عدم استمرار تأثير حرارة الماء على لب الثمرة حتى يلين ، كما يجب عدم رفع درجة حرارة الثمرة كثيرا . وهذه الطريقة تستخدم أحيانا عند تقشير ثمار الموالح . وللتقشير أهمية بالغة في درجة جودة المنتجات مثل الطماطم المجففة .

والتقشير بالصودا الكاوية caustic peeling يعتبر سريعا وقليل التكاليف ويقلل من مقدار الفاقد في عملية التقشير . وتفيد هذه الطريقة في تقشير حبوب الذرة حيث تغمر الحبوب في محلول القلوي المخفف على درجة الغليان ثم تزال القشرة يدويا وبعدها تفسل الحبوب في الماء الجاري . وتستخدم هذه الطريقة أيضا في تقشير البرقوق المعد للتعليب، ويلاحظ أن حموضة الثمار تفيد في معادلة بقايا القلوي المتخلفة على الثمار . وعند تقشير الخوخ يراعى عدم ازدياد تركيز القلوي وعدم اطالة

مدة المعاملة عن اللازم خشية أن يؤثر القلوى على سطح الثمار المعرض بعد التقشير فيبدو خشنا ومثقبا . أما في حالة المصاملة العادية المناسبة فتتفصل القشرة ، مع ملاحظة أن الجدار الخلوى الوسطى *middle lamella* يتكون من مواد بكتينية سريعة الذوبان فى المحلول القلوى ، أما الخلايا البارتنيمية فأكثر مقاومة للقلوى من الخلايا الواقعة تحت القشرة مباشرة . أما البطاطا فتستلزم اطالة مدة المعاملة بالقلوى لان الخلايا *cork cells* المكونة للقشرة *epidermis* غير ذائبة فى المحلول القلوى ، بينما يؤثر القلوى فى الكيوتين . وفى جميع الحالات يمكن استبدال الصودا الكاوية بمزيج من ايدروكسيد الصوديوم وكربونات الصوديوم يعرف باسم قلوى الملبات *canner's alkali* . ويكون تأثير الكربونات اضعف من تأثير الايدروكسيد وكذلك ازالة بقايا الكربونات بالفسيل اصعب . والشائع هو استخدام قطع او شرائح الصودا البسالت نقارها ٩٥٪ تقريبا . وتستخدم فى التقشير بالقلوى مجموعة ماكينات متباينة، منها *Dunkley Iye peeler* المكونة من ناقل مثقب تمر بواسطة الثمار خلال ماء الفسيل الساخن ثم فى رذاذ محلول القلوى الذى يندفع من أعلى ومن أسفل السطوح المثقبة ، وبعدها تتعرض الثمار لرذاذ الماء البارد عدة مرات . وتستخدم المضخات لرفع القلوى الى الماكينة ومنها الى تانك القلوى أسفل حيز التقشير . اما ماكينة *Kyle* فيها اسطوانة دائرية يوضع بداخلها ثمار الخوخ المجزأة وتمر فى تانك المحلول القلوى المخفف المغلى ثم خلال تانك الفسيل المحتوى على الماء الجارى . وفى مصانع التعليب تمرر الثمار المقشورة بالقلوى فى تانك الماء الساخن على درجة ١٤٠ - ١٨٠ ° فهرنيت لازالة بقايا القلوى ولايقصف نشاط انزيم الاوكسيديز فى الطبقة السطحية من الثمرة منعا لتأثيره فى تلوين الجزء اللحمى باللون البنى ، وهذا الانزيم يتوقف نشاطه على درجة ١٨٠ ° . ويمكن الوقاية من ظهور اللون البنى بغمس الثمار فى محلول حامض كلوردريك مخفف لمدة بضع ثوان ، وفى هذه الحالة تساعد ايونات الايدروجين والكلور أيضا فى ايقاف نشاط الانزيم . وبالرغم من أن بقايا الحامض تتفاعل مع بقايا القلوى فلا يخشى ضرر الحامض على الصحة ،

الا أنه يفضل عادة إزالة بقايا الحامض بالغسيل بالماء • ويمكن استخدام محلول حامض سستريك بتركيزه نصف في المائة ، الا أن تأثيره ليس قويا • وينصح عادة برش بعض الثمار ، مثل الخوخ ، عقب تقشيرها بالقلوى بمحلول حامض مخفف لخفض رقم pH مما يساعد على إيقاف ظهور اللون الداكن، إذ أن نشاط الاوكسيديز يزداد في الوسط الضعيف الحموضة أو الضعيف القلوية • وبديهي أن ثمار الخوخ عقب التقشير بالقلوى يكون سطحها مغطى بآثار من القلوى بينما الجزء اللحمي تكون حموضته pH ٣.٨ - ٤.٠ ويتراوح تركيز القلوى المستخدم في التقشير بين ١.٥ - ٢٪ ، ويزداد التركيز قليلا عند تقشير المواد الخضراء كما ينخفض قليلا عند تقشير المواد الزائدة النضج والسهلة التقشير • ويجب التأكد من تركيز القلوى أثناء عملية التقشير ، كما يجب المحافظة على درجة الحرارة قرب درجة الغليان ، وكذلك ضبط مدة الغمس في القلوى وهي تتراوح بين نصف دقيقة ودقيقة ونصف • وتقدر كمية الصودا الكافية اللازمة للطن بعوالي ستة الى ثمانية أرطال • وعندما يصعب إزالة القشور عقب المعاملة بالقلوى يمكن استخدام فرش دائرية ورذاذ من الماء لتسهيل فصل القشور •

والتقشير بالحرارة roasting يستخدم أحيانا كما هو الحال عند تقشير الفلفل الحلو pimentos بوضع الثمار في اسطوانة من الصلب دائرية تسخن باللهب المباشر وتدور حول نفسها بمعدل ١٢ دورة في الدقيقة وتسخن فيها الثمار لمدة دقيقة واحدة تقريبا. وفي طريقة أخرى تمرر الثمار خلال فرن يسخن باللهب المباشر • وعقب التسخين تعامل الثمار برذاذ من الماء لازالة القشور ثم تستكمل عملية التقشير يدويا • وتتميز هذه الطريقة على غيرها من طرق التقشير باكتسابها نكهة خاصة للثمار بتأثير عملية التحميص •

والتقشير بالزيت oil immersion يجرى بغمس ثمار الفلفل الحلو pimentos في زيت بذرة قطن على درجة ٤٠٠°ف لمدة ثلاث او أربع دقائق فتلين القشرة ويسهل نزعها •

وعمليات التقشير سابقة الذكر لا تحدث تغييرا واضحا في شكل الثمار ، بينما هناك طرق أخرى تحدث تغييرا ملحوظا في الشكل .
فالتقشير مع ازالة المحور الوسطى peeling and coring يجرى على التفاح يدويا أو ميكانيكيا ، وتكون سرعة العمل الآلى تفوق سرعة العمل اليدوى اثنتى عشرة مرة تقريبا كما هو الحال عند استعمال ماكينة Thomas Blanchard . وتوجد حاليا ماكينات خاصة بازالة المحور الداخلى للثمرة والأجزاء غير المرغوبة من الثمرة ، وهى تحتوى على سكينه يمكن ضبطها لتلائم طبيعة الخامات . وتصلح هذه الماكينات لثمار التفاح والكمثرى ، كما توجد ماكينة خاصة بالاناناس Ginaca machine بها شريط متحرك يحمل الثمار وتقوم الماكينة بازالة الطرفين trimming وازالة المحور coring والفلاف shell . وعادة يزال محور ثمرة الطماطم قبيل هرسها لاستبعاد الجزء الأكبر من الديدان التى تعمل عادة قريبا من المحور .
وتفيد ازالة المحور فى تقليل كمية الفطريات بالمنتجات .

وتقشير قرون البسلة يجرى بالماكينات shelling machines المكونة من اسطوانة خارجية مثبتة على محورها جدافات تدور بسرعة حول نفسها فى اتجاه مضاد لاتجاه دوران الاسطوانة ويتساقط عليها من ارتفاع معين قرون البسلة التى تنفجر تحت تأثير ضغط الجدافات فتنتطق حبوب البسلة من خلال ثقب الاسطوانة بينما تخرج القشور pods من الطرف الآخر للاسطوانة . وعندما تكون قرون البسلة متصلة بالعرش vines تستخدم ماكينات viners لفصل البنور بطريقة الضغط على القرون فيزداد ضغط الهواء بداخلها الى حد يسبب انفجارها عند أضعف نقطة بها وهى نقطة التحام نصفى القرن ويترتب على ذلك انطلاق الحبوب وبقاء القرون متصلة بالعرش الذى يخرج من طرف الماكينة .

عملية الهرس :

تستخدم ماكينات الهرس pulping machines هرس الثمار لصناعة المربى وبعض المنتجات الاخرى ، وهى عبارة عن غربال مستدير مائل

تتحرك فوقه فرش بسرعة ٦٠٠ دورة في الدقيقة فتسحق المادة الغذائية وتدفع اللب المهروس خلال الثقوب . ويمكن التحكم في قوام الناتج باستعمال الغرابيل أو المصافي ذات الثقوب المناسبة من وجهة الاتساع . وماكينه هرس الطماطم تعرف عادة باسم السيكلون cyclone or pulper وهي عبارة عن اسطوانة من النحاس أو الصلب غير القابل للصدأ أو البرونز مثقبة وبداخلها اذرع سريعة الدوران تتولى تكسير الثمار بالضغط عليها أو بدفعها على الجدران ، ويمر اللب والمصير خلال ثقب الاسطوانة بينما تخرج القشور والالياف والبذور من فتحة بالطرف السفلي للهراس . وبغية التسخين المبدئي للثمار قبل الهرس في تليين الثمار والحصول على أكبر قدر ممكن من اللب الغني باليكتين والصمغ مقارنا بما يتحصل عليه عند الهرس على البارد ، كما تساعد الحرارة على قتل الاحياء الدقيقة وتقليل الفقد في فيتامين ج عن طريق قتل أو إيقاف نشاط انزيمات الاكسدة .

عملية التقطيع :

توجد ماكينات لتقطيع cutting قشور الموالح الى شرائح تستخدم في صناعة المرباد ، وأخرى لتقطيع الاسبيرجس بواسطة سكينه تدور بسرعة في حركة دائرية ، وغيرها تناسب كيزان الفرة السكرية . وهناك ماكينات لتقطيع الفاصوليا الخضراء أو البامياء ، وأخرى لتقطيع القرع العسل . وتقدر سرعة ماكينة التقطيع بحوالى ٦٠٠ - ١٢٠٠ رطلا من البرقوق في اليوم . وفي الماكينات ذات السكاكين المتحركة يمكن فتح الماكينة لتنظيفها وضبط السكاكين بما يتلاءم مع اشكال وأحجام القطع المرغوبة .

وتقطع أطراف snipping الفاصوليا الخضراء يدويا عادة . أما ازالة البذور pitting من بعض ثمار الفاكهة فيمكن اجراؤه ميكانيكيا وتكون نسبة الفقد في هذه الحالة حوالى ١٥٪ الا أن الضرر الناتج يمكن استعمله في التعليب أو الشراب أو الجلي .

وتجرى عمليات التقطيع وإزالة النواة معا في وقت واحد يدويا على مناضد أو سيور متحركة ، كما قد تزال الاجزاء الخضراء أو الزائدة النضج في نفس الوقت . وفي حالة التصاق النواة بلحم الثمرة ينصح باستعمال سكينه تشبه المعلقة لدفعها في الثمرة من طرف اتصالها بالساق وتخليص البذرة من الجزء اللحمي . وتبلغ سرعة التقطيع اليدوي حوالى ٧٢ رطلا في الساعة .

وفي ماكينة تقطيع قشور الموالج chipping تضبط السكاكين المثبتة في وضع حلزوني والتي تدور بسرعة بحيث يتسنى تقطيع القشور النيفة أو المسلوقة بالسك المرغوب . وفي ماكينات أخرى shelling machines توضع قشور الموالج في هيئة أرباع quarter caps فتقطع بطول محدد ويعرض يمكن تعديده بضبط الماكينة ، مع إزالة قدر من الجزء الابيض white عن القشور يحدد بضبط الماكينة . وتستخدم مثل هذه الماكينات في تقطيع بعض الخضروات كالكرنب والاسبرجس والقرع . فالكرنب يقطع بواسطة سكاكين رقيقة منحنية مثبتة في قرص معدني قطره حوالى ثلاثة اقدام يدور بسرعة داخل اسطوانة رأسية معدنية تمر خلالها رموس الكرنب . كذلك تعمل طاحونة الشواكش hammer mill بحيث تلائم تمزيق القصب وما شابهه وتصبح ضمن الماكينات سابقة الذكر shredder .

وتقطع بعض الخضروات والفاكهة الى شرائح slicing قبل تجفيفها ، كالبصل والطماطم ، أو لاستخدامها في الطهي .

وهرس أو بشر grating or crushing الثمار يجرى بماكينات مصنوعة من مواد لا تتفاعل مع الاطعمة، مثل الصلب غير القابل للصدأ الذي لا يتأثر بمكونات عصير الفاكهة، ومثل البرونز وبعض السبائك والمعادن الأخرى التي تتحمل عصير العنب ، بينما الحديد والصلب العادي يسببان ذوبان جزء من الحديد وتفاعله مع التانينات والمواد الملونة في الاطعمة فيظهر لون أسود أو بني على الاطعمة ، والنحاس والقصدير تؤثر أملاحهما على

لون وتكهة العصير وتساعد على حدوث بعض التغييرات غير المرغوبة بتأثير فعل الملامسة اذا وجدت هذه الاملاح بنسبة ضئيلة . ويختلف تصميم ماكينات الهرس تبعاً لطبيعة الثمار ، فالماكينة المناسبة للاناناس مثلاً تعرف عادة باسم *eradicator* بها سكين مثبتة بزاوية معينة وسلندرات لنقل الثمار وتعرضها للسكين التي تتولى كشط اللب أو تقطيعه ، فيتساقط اللب على سير متحرك ينقله الى حيث يهرس أو يهشم . وثمار الخوخ والكمثرى والبرقوق تطحن في طاحونة اطعمة *food grinder* مزودة بقرص مثقب سمه الثقب به نصف بوصة ، فيصفي اللب خلال هذه الثقوب ، وبعدها يصفى اللب خلال مصافي الطماطم أو السيكلون . وثمار العنب تهرس بدفعها تجاه جدافات تدور بسرعة داخل اسطوانة مثقبة ، أو يستخدم ماكينة بها سلندران يدوران تجاه بعضهما والمسافة بينهما تضبط بحيث تسمح بتهشيم الثمار دون البذور ويقسح تحت السلندرين اسطوانة مثقبة تتلقى الثمار المهشمة ويدخلها جدافات يسحب دورانها دفع الجزء اللحمي من الثمار خلال ثقوب النصف السفلى من الاسطوانة بينما تفرّد الاعناق من فتحة طرفية . وثمار التفاح تهرس *crushed* في طاحونة شواكيش فتعطى ناتجاً يتميز باعطاء كمية من العصير أوفر مما يعطيها الناتج المهروس في ماكينة التفاح *apple grater* المكونة من اسطوانة معدنية قطرها ٨ - ١٢ قدماً تدور حول نفسها وعلى سطحها سكاكين ويقابلها في وضع مواز مجموعة من السكاكين الراسية أو الصفائح المعدنية المنحنية التي تعمل على بشر *grating* الثمار أثناء مرورها في الماكينة . وثمار الزيتون تهرس *disintegrated* في طاحونة عبارة عن حجر راسي يدور على حافته فوق حجر آخر *edge runner mill* وقوالب كيزان الذرة تقطع ميكانيكياً ثم تطحن في ماكينة أخرى ليستعمل الناتج المطحون في صناعة العلف . وثمار الموالح تحتاج الى ماكينات خاصة لهرسها . والمواد الصلبة تطحن بدرجات نعومة متباينة في ماكينات منها *Jaw crushers* ، *Rotary fine crushers* ، *roll crushers* ، *ring roll mills*

وتستعمل ماكينات خاصة *globular food machines* لتقطيع الثمار الكبيرة الحجم بالشكل المناسب ، مثل جذور البنجر التي تسلق وتقشر وتزال أجزاؤها غير المرغوبة وتقطع الى مكعبات بحجم البوصة وتدرج المكعبات وتتولى الماكينة تغيير الشكل الى المطلوب *spheres* .

• وللحصول على شرائح *flakes* أو *chips* أو بللورات من المحاليل المركزة الساخنة أو من المواد المنصهرة يمكن استخدام ماكينات *flakers* عبارة عن اسطوانة مجوفة أفقية ينغمس أسفلها في السائل ، وهي مبردة بالماء أو بمحلول ملحي ، فعند دوران الاسطوانة يعلق جزء من السائل على سطح الاسطوانة ويبرد تدريجياً حتى يصبح متيبساً عندما تقطع الاسطوانة حوالى ثلاثة أرباع دورتها وحينئذ يلتقي بسكين الكشط فتتكسر المادة الصلبة ممطية الشرائح التي تتساقط على سير ناقل . ويمكن استخدام البارافين أو مادة سليكونية لتقليل التصاق المادة الجافة بسطح الاسطوانة .

عمليات الفصل :

تفصل المكونات عن بعضها بالنخل *screening or sifting* أو بالفصل الغازى *gaseous flotation* أو فصل السائل *liquid flotation* .

• فى طريقة النخل تفصل الحبيبات الكبيرة عن الصغيرة بالمناخل .

وفى طريقة الفصل الغازى يجمع الغبار من جو المصانع لتقليل الفقد والمحافظة على صحة العاملين ورفع كفاءة الانتاج والمحافظة على الماكينات من التلف وتحاشى التعرض للانفجار وتجنب ضرر السكان المقيمين بجوار المصنع . مثال ذلك المطاحن ، التى ينطلق فى جوها نسبة كبيرة من الغبار أثناء عمليات الطحن والنخل والتنقية ، يلزم تجميع الغبار بتزويدها بمجمعات الغبار *dust collectors* . وأبسط هذه المجمعات وأقلها ثمناً المراوح التى تنقل الهواء المحمل بالغبار الى غرفة الغبار المأمنة لتسربه

حيث تنخفض سرعة الهواء تدريجياً ويتساقط منه الغبار ، كما تزال كمية كبيرة من الغبار بواسطة قماش يركب على فتحة الخروج ، وهذا القماش يلزم الطرق عليه من آن لآخر لازالة الغبار منعاً من سد المسام وازتداد الهواء المحمل بالغبار . وينجب أن تكون غرفة الغبار طويلة نسبياً ليتسنى رسوب الغبار ، فإذا ما أريد تقليل المساحة وتخفيض عدد العاملين بهذه العملية يفضل استعمال المجمعات الانبوبية tubular-type dust collector المكونة من مجموعة أنابيب من القماش تتركز على صندوق وتقوم بترشيح الغبار من الهواء المحمل به ، كما تطلق الهواء المحمل بالغبار الى الجو . ويلزم ايقاف سريان الهواء في بعض الانابيب لازالة الغبار من مسام القماش من وقت الى آخر ، ويجرى ذلك اوتوماتيكياً . وفي حالة انسداد الثقوب بتأثير رطوبة الدقيق المرتفعة يلزم توقف العمل وغسل هذه الانابيب . وفي طريقة ثالثة أكثر تكلفة يستخدم السيكلون المجمع للغبار cyclone dust collectors التي يفصل الغبار بقوة الطرد المركزي عقب تمدد الهواء المحمل بالغبار لخفض سرعته وضغطه . ويصمم السيكلون بالحجم الذي يتمشى مع كمية الغبار المراد جمعها ونسبة الرطوبة في هذا الغبار وحجم وسرعة وكفاءة المروحة واتساع فتحتى الدخول والخروج وطبيعة ووزن الغبار وحجم وضغط تيارات الهواء . وهذا التصميم بالغ الاهمية لأنه في حالة فشله يصبح السيكلون موزعاً للغبار بدلاً من مجمع له . والطريقة الرابعة الحديثة والباهظة التكاليف يستخدم فيها التيار الكهربائي electrical precipitator فيمرر سلك ممزول بطول محور كل أنبوبة ويوصل طرف السلك بأحد قطبي التيار الكهربى بينما توصل الانبوبية بالقطب الآخر . فعند مرور الهواء المحمل بالغبار داخل الانبوبية تكتسب ذرات الغبار شحنة وتنجذب لجدار الانبوبية المشحون بالكهرباء بينما يمر الهواء والغازات الى الجو الخارجى . وللتخلص من الغبار يوقف التيار ويزال الغبار بالفرش أو بانعكاس التيار الكهربى أو بإزالة الشحنة الكهربائية من الانابيب . وهذا الجهاز الأخير يفيد في ازالة ذرات الكربون من الدخان ، ولذا يركب أحياناً في مداخن المصانع . وفي طريقة خامسة يستعمل منخل منبسط متذبذب ويدفع الهواء المضغوط من أسفل المنخل

ليقابل تيار المادة المطحونة فيندفع الحبيبات الخفيفة الى أعلى وتظل كذلك طيلة فترة تحرك المادة والهواء حتى تصل الى حافة المنخل فتسقط من ثقبه ، بينما الحبيبات الكبيرة تصل للقمة وتنصب من فوق حافتها .

وفي طريقة فصل السائل *liquid flotation* يستخدم سائل ذو كثافة محددة تسمح بطفو أحد مكونات الخليط بينما يترسب المكون الآخر . مثال ذلك فصل البرتقال الطازج عن البرتقال المجعد بالماء أو بمحلول ملحي ، وكذلك فصل حبوب البسلة الخضراء عن الحبوب الزائدة النضج ، وفصل بذور الشمس *kernels* عن القشور *hulls* .

عمليات الترسيب :

بترك المادة الغذائية السائلة ساكنة بعض الوقت يترسب منها جزء من مكوناتها *sediment* فيصبح ممكنا سحب السائل الراقي من أعلى . وتعرف هذه العملية بالترويق *clarifying* ، ومثالها ترويق عصير الفاكهة . ويفيد أحيانا التقليل البطيء الميكانيكي *mechanical flocculation* باستخدام أذرع تنغمز في السائل، اذ يساعد ذلك على تحريك الحبيبات *floc* مما يسمح بالتحامها بالشوائب الموجودة ببعضها فتزداد حجما ويسهل رسوبها . وبإضافة جزء من هذا السائل المحتوي على حبيبات كبيرة الحجم الى كمية أخرى من السائل غير المعامل تؤدي هذه الحبيبات فعل النواة التي تترسب عليها الحبيبات الدقيقة الأخرى . وقد يستعاض عن ذلك بإضافة مواد الترويق *fining agents* لتقوم بعمل النواة . ويجرى الترسيب في تانك الترسيب *settler or thickener* المتميز بارتفاعه وبقاعه المخروطي وبفتحات خروج السائل الموزعة على جوانبه في مستويات مختلفة بحيث عندما تفتح بترتيب تنازلي حسب درجة بعدها من القاع يمكن الاستدلال على المستوى السفلي للسائل الراقي وبالتالي بداية سطح الطبقة المحتوية على العكارة المتروسة ، وهذا يساعد على سحب أكبر كمية ممكنة من السائل الراقي . وباستخدام مجموعة تانكات من هذا النوع

يمكن جعل عملية الترويق شبه مستمرة - كذلك يستخدم الآن تانك ترسيب مخروطي الشكل تسحب منه الرواسب أوتوماتيكيا باستخدام نظام الطفو ويتدفق منه السائل الرائق بصفة مستمرة - وتستخدم الآن أيضا أجهزة الترويق المستمرة continuous clarifiers المكونة من مجموعة من الأحواض المتسعة غير المميقة التي يدور بداخلها ببطء مجموعة أذرع - وهذه الأجهزة المستمرة تتميز بإعطاء محصول أكبر من السائل الرائق مقارنة بتانكات الترسيب ، ويتدفق السائل منها بصفة مستمرة وبدفع الرواسب خارجاً ميكانيكياً - وقد تزود هذه الأجهزة بوسائل كشط المادة الطافية على السطح اذا وجد ذلك ضروريا بالنسبة لبعض المواد الغذائية .

ولما كانت طرق الترسيب settling باستخدام تانكات الترسيب تبدو بسيطة للغاية ، أصبح مفضلاً إجراء الترويق بإضافة مواد مروقة fining agents ثم الترشيح - وهذه المواد تغطي منتجات رائقة تماماً - وتفيد مواد الترويق أيضا في حالة السوائل التي يصعب حدوث الترسيب فيها والتي يصعب ترشيحها ، فعند إضافة مواد الترويق تترسب هذه المواد حاملة معها العكارة المراد التخلص منها - ويشترط في مواد الترويق ألا تترك أثرا غير مرغوب في صفات المادة الغذائية أو في صفات تخزينها - وقد يكون عمل هذه المواد المروقة مجرد عمل ميكانيكي mechanical base exchange أو تبادل أو تجاذب كهربي mutual electrical attraction أو مساعدة على الترسيب coprecipitation وأشهر مواد الترويق المستخدمة هي البيومين البيض والكازين والطفل الأسباني Spanish clay والبنتونيت bentonite والجيلاتين وغراء السمك animal isinglass وبعض مساعدات الترشيح filter aids وبعض الانزيمات - وينصح بإجراء تجربة مبدئية على قدر ضئيل من السائل لتحديد الكمية اللازمة من مادة الترويق ، فهذه الكمية تتفاوت باختلاف المواد السائلة وبحسب كمية الرواسب .

ويستعمل بياض البيض الطازج أو مسحوق البيومين البيض المجفف في الترويق ، فينقع المسحوق في الماء الدافئ ويقلب باحتراس على درجة حرارة غير مرتفعة لمنع حدوث التجمع *coagulation* ، ويصب هذا المحلول المحضر بتركيز ٢٪ ببطء في السائل المراد ترويقه ويقلب المخلوط جيدا وبشدة لضمان امتزاج الألبومين بالسائل ، وبعدما يسخن السائل لدرجة ١٦٠ - ١٧٥ ° ف لتجميع الألبومين فيترسب أثناء التخزين خلال بضع ساعات أو بضعة أيام .

والكازين التجارى محضر بطريقة خاصة تجعله قابلا للذوبان في المنتجات الغذائية السائلة . ويمكن استعمال الكازين العادى بنقعه في محلول أمونيا مخفف بنسبة جزء أمونيا الى عشرين جزءا ماء ، وغليان المحلول حتى تتبخر الأمونيا تماما ، وتخفيف محلول الأمونيا الى تركيز ٢٪ باضافة الماء ، ويستعمل المحلول المخفف في الترويق مع مراعاة الرج الجيد لضمان المزج . فحموضة العصير ترسب الكازين ، ويتم الترسيب خلال ٢٤ - ٤٨ ساعة عقب البسترة . ومن عيوب الكازين *casein* انه يسبب بهتان لون بعض المواد الغذائية السائلة الملونة ، ولذا يعالج ذلك باستعمال التالين .

والطفل الأسباني ينقع في الماء لمدة اسبوع للحصول على مخلوط تركيزه ١٠٪ يضاف للسائل فيما بعد ويسخن لدرجة ١٤٠ ° فتهيئ تسهيل التجمع والترسيب .

ومسحوق البنتونيت ينخل ويقلب في الماء حتى يتكون معلق متجانس كريمي تركيزه حوالى ٥٪ ، ويصب هذا المعلق في العصير أو السائل المراد ترويقه ويقلب جيدا ، وقد يسخن المزيج لدرجة ١٤٠ ° ف لاسراع التجمع والترسيب . ويكثر استخدام البنتونيت حاليا في ترويق العصير المصد لصناعة الجلي وفي كثير من أغراض التصنيع الغذائى الأخرى . ويجب تحاشي تأثير البنتونيت على نكهة بعض السوائل .

وغراء السمك مرغوب في ترويق النبيذ ، ويجهز بنقعه في السائل البارد أو الدافئ المحمض بحامض الستريك ثم يطحن ويدهك على منخل دقيق الثقوب . ويضاف محلول غراء السمك ببطء الى السائل مع التقليب الشديد فيتكون راسب خفيف يمكن فصله بشرط تحاشي التقليب أثناء الفصل . ولإزالة غراء السمك يجب اضافة كمية مائلة له في الوزن من التانين لازالته أثناء الترويق .

ومسحوق أو حببيات أو صفائح الجيلاتين الجيد تذاب في الماء الساخن بنسبة أوقيتين في الجالون وتضاف للسائل مع التقليب الجيد . ثم يترك السائل للترسيب . ويجب أن يضاف التانين للسائل قبل اضافة الجيلاتين بضعة أيام فينفصل مع الجيلاتين أثناء الترويق . ويفيد التانين في منع تأثير الجيلاتين ، أو الكازين ، على لون السائل .

ومساعدات الترشيع تضاف للسوائل بنسبة ٠.٥-١٪ وبمدها يستخن السائل ويترك للترسيب .

والانزيمات البكتينية المستخدمة في ترويق السوائل الغذائية يمثلها المستحضر التجارى المعروف باسم البكتينول pectinol الذى يستخرج من فطر البنسيليوم *Penicillium* ، ويضاف للمصير الطازج ويترك لمدة ٢٤ ساعة لتحليل البكتين وترسيب خامض البكتيك . ويجب أن يبستر السائل عقب انتهاء معاملته لقتل الانزيم قبل التعبئة متعا لاستمرار تكوين رواسب بعد التعبئة . وتسبب هذه المعاملة الانزيمية تأثيرا في نكهة عصير التفاح ، الا أنها مفيدة في ازالة العكارة .

عمليات الترشيع :

يستخدم في عمليات الترشيع مواد لا تؤثر في نكهة وصفات تخزين المواد الغذائية ، مثل البلاستيك والصلب المغطى بالبلاستيك والسيانك المقاومة للتآكل . أما الحديد والنحاس والصفائح فليست مرغوبة في

عمليات الترشيع بسبب ذوبان آثار منها في المواد الغذائية السائلة ، مثل عصير الفاكهة ، فيتغير اللون وتناثر النكهة وتظهر العكارة ويتأكسد جزء من بعض الفيتامينات . والألومنيوم غير صالح بسبب سرعة تآكله . ويمكن استعمال النيكل والمعدن المغطى بالكروم والحديد المطلق و galvanized iron و aluminum bronze في بعض الأحيان .

والمرشحات متعددة الأنواع، فمنها مرشحات الجاذبية gravity filters ومرشحات الضغط pressure filters ومرشحات السحب suction or vacuum filters

فمرشحات الجاذبية يمثلها مرشحات الأكياس bag filters مثل كيس الجلي jelly bag الذي يرشح به العصير ، وهو مصنوع من القماش السميك نسبيا ، وكذلك كيس ترشيح زيت الزيتون الذي به تفصل معظم الشوائب وقدرة كبير من الماء . وأحيانا يرشح السائل بالأكياس تمهيدا لترويقه بالطرق المناسبة . ويمثل هذه المرشحات أيضا مصافي اللبن milk strainers ومرشحات الورق paper filters فزيت الزيتون مثلا يرشح في النهاية خلال ورق ترشيح مطبق folded في أقماع من الصفيح ، والشراب السكرى يرشح خلال مرشحات اللبن لازالة الشوائب منه قبل استخدامه . ومن المرشحات الشهيرة ما يعرف باسم pipe line strainers ، ومنها ما يناسب السوائل أو الغازات أو الهواء . وأحيانا تمغنط magnetized المصافي المعدنية فتصبح قادرة على اجتذاب الأجزاء الدقيقة من الشوائب الموجودة في السائل . وتفيد هذه المصافي في حماية المضخات من التلف الذي قد يصيبها من المسامير وقطع الحجارة وحبيبات الرمل التي قد توجد في السوائل ، كما تمنع الانسداد بفعل شعر الفرش والأوراق التي قد توجد في السوائل وتقلل من درجة جودتها . ويمكن الحصول حاليا على مصافي أو مرشحات من هذا النوع مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ ذات مسامية تتراوح بين ٢٠ ، ٦٥ ميكرونا ، وبمساحة تتراوح بين ١٨ بوصة

مربعة و٢٤ قدما مربعا • وبشكل اسطواني أو نجمي أو منبسط • وفي بعض العمليات الخاصة تستخدم مرشحات *pulp filters* بها طبقة من الحجارة المسامية • ومرشحات الرمل عبارة عن مواسير مثقبة منفردة في حجارة ورمل ، فالرمل يحجز الرواسب من السائل المار خلاله متجها الى المواسير • وأحيانا توضع طبقة الرمل داخل غلاف معدني من الصلب ويستخدم الضغط لدفع السائل خلال الرمل بدلا من الاعتماد على الجاذبية • ويمكن تنظيف مرشح الرمل بالفسيل العكسي • وهذا المرشح مستخدم في تنقية مياه الشرب وحامض الفوسفوريك والمتخلفات •

١٩

ومرشحات الضغط منها مرشحات اللب *pulp filters* ومرشحات الكبس *filter presses* ومرشحات الأقراص *disk filters* ومرشحات الصفائح الأفقية *horizontal plate filters* ومرشحات الصفائح والضغط *pressure leaf filters* ومرشحات الطبقة *pad filters* ومرشحات الشموع *candle filters* •

فمرشحات اللب *pulp* عبارة عن أسطوانة رأسية مصنوعة من النحاس أو الصلب غير القابل للصدأ مغطاة بمجموعة أقراص سميكة من الخشب المضغوط أو الألياف القطن ، ويفصل هذه الأقراص عن بعضها مجموعة مصاف معدنية مستديرة أو صفائح معدنية ، وترتب هذه الأقراص بوضع يناسب مدخل ومخرج السائل بحيث يصبح كل قرص منها ممثلا لمرشح مستقل بذاته • وفي هذه المرشحات يتدفق السائل من خزانه العلوي الى المرشح بتأثير الجاذبية الأرضية ، أو قد يدفع السائل بقوة المضخة • وبديهي أن ازدياد ضغط الألياف ببعضها يؤدي الى بطء عملية الترشيح الا أنه يزيد من صفاء المترشح • وهذه الأقراص المستخدمة للترشيح يجب فصلها من آن لآخر لتنظيفها وإزالة الرواسب المتخلفة عليها • وأبسط أشكال هذا النوع من المرشحات عبارة عن قمع متصل بقابلة أو زجاجة ومضخة لسحب الهواء وإحداث تفريغ ، ويحتوي القمع على ورق ترشيح أو امبيستوس أو لب مناسب للترشيح ، علما بأن طول الألياف يؤثر في كفاءة الترشيح ، فالألياف القصيرة ومسحوق الأسبستوس

ومادة مساعدة للترشيح تجعل الترشيح بطيئا ولكن السائل المرشح يكون راتقا تماما . وهذه الطبقة المستخدمة في الترشيح تقسّم من آن لآخر بسهولة ليعاد استخدامها . ومن مرشحات اللب أيضا النوع المعروف باسم Seitz filter الذي يتكون من حيز راسي بداخله مصفاة مغطاة بطبقة من ألياف الأسبستوس أو من لب مناسب . والنوع الآخر المائل من المرشحات عبارة عن أسطوانة مثقبة توجد بداخل أسطوانة أخرى أكبر منها مصنوعة من النحاس وتوضع طبقة اللب على سطح الاسطوانة المثقبة ويدفع النيذ خلال هذه الطبقة لترويقه بدرجة معتدلة . وهذا المرشح الأخير قليل التكاليف ويسهل تنظيفه . ومرشحات الكبس المستخدمة في ترشيح الحليب والنيذ والشراب السكرى والمستخلصات والزيوت الغذائية وغيرها ذات كفاءة انتاجية تتراوح بين بضعة جالونات وبضعة آلاف من الجالونات في الساعة ، وهي تعمل على درجات حرارة متباينة وتحت ضغوط متباينة . ومرشح الكبس عبارة عن مجموعة أقراص ذات قنوات grooved مصنوعة من المعدن أو البلاستيك أو الخشب متبادلة مع مجموعة حلقات مفتوحة وبينهما قماش الترشيح ، ويعتبر كل قرص وحلقة وما بينهما من قماش الترشيح عبارة عن وحدة ترشيح مستقلة . فبدفع السائل بالمضخة خلال الحلقات يترشح السائل خلال القماش منطلقا الى القنوات على سطوح الأقراص ومنها الى الخارج . ويمكن إضافة كمية من مادة مساعدة على الترشيح الى السائل فتترسب على قماش الترشيح وبذلك تنخفض المسامية وتزداد كمية الشوائب المفصولة ويحسن مظهر السائل المرشح . وعندما تنتهي عملية الترشيح يمكن دفع الهواء في جهاز الترشيح لدفع بقايا السائل المحتجزة به ، كما يمكن غسيل البقايا من المرشح . ويلاحظ أن عملية الترشيح تتوقف تماما في حالة تمزق قماش الترشيح ويمكن استبدال قماش الترشيح بورق ترشيح في هذه المرشحات اذا كان الورق يناسب السائل المراد ترشيحه مثل زيت النزيون . ومن مرشحات الكبس البسيطة جهاز مكون من مجموعة مناخل دقيقة الثقوب معلقة داخل اسطوانة مغلقة ويوضع على سطح المخل طبقة الترشيح التي يمكن تكوينها بهوع

مزيج المادة السائل بواسطة مضخة خلال المرشح فتتخلف مادة الترشيح siliceous earth على سطح المنخل . ومواد الترشيح المستخدمة في هذه المرشحات عديدة منها ورق الترشيح والقماش والصوف والأسبستوس والمطاط والخيوط المعدنية ، سواء استخدم معها مناخل سلك لتحملها أو لم تستعمل . وتمتاز مرشحات الكبس ذات الصفائح والحلقات المشروحة سابقا بقلّة تكاليفها وسهولة تشغيلها وطول مدة بقائها ومناسبتها للوجبات الصغيرة وإمكان تشغيلها بطريقة مستمرة وسهولة استبدال بعض أجزائها . ومرشحات الأقراص تعمل بطريقة مستمرة أو بطريقة الوجبات ، وتفيد في ترشيح المستخلصات والشراب والعصير العادي والعصير المركز والخمور والمحاليل الملحية والزيوت والأحماض والكحولات والماء والمذيبات والكيماويات والمواد الطبيعية والصابون ، وهي تصنع بطرق خاصة . ومرشحات الصفائح الأفقية عبارة عن مجموعة صفائح أفقية عليها مادة الترشيح وفوقها مساعدات الترشيح ، ويمر السائل المراد ترشيحه خلال مادة الترشيح بتأثير الجاذبية الأرضية ، وهي تعمل بطريقة مستمرة أو على دفعات ، كما أنها تعمل في مجال متسع من درجات الحرارة والضغط واللزوجة . وهذه المرشحات مستخدمة للكحولات والقلويات والمشروبات والمستخلصات والكيماويات والصمغ واللبن والمولاس والزيوت والشراب والماء والنبذ وغيرها . ومرشح الصفائح والضغط يشبه مرشح الكبس ، وبه كل صفيحة محاطة بالسائل المراد ترشيحه ، إلا أن تكاليف تشغيله أقل والحيز الذي يشغله أصغر . ومرشحات الطبقة عبارة عن براوير معدنية بينها طبقة رقيقة من اللب وألياف الأسبستوس ، وهي تفيد في إعادة ترشيح العصير لتحسين مظهره . إلا أن هذه المرشحات يعاب عليها ارتفاع تكاليف طبقات مادة الترشيح التي تستعمل عادة مرة واحدة فقط ، وكذلك التأثير على لون النبذ وبعض السوائل يسبب ذوبان جزء من حديد ونحاس مادة الترشيح في السائل . ومرشحات الشموع عبارة عن مجموعة أنابيب من الصيني مفتوحة من طرف واحد فقط ومثبتة داخل غلاف معدني ،

وتستعمل للترشيح خلال مسام الصينى الدقيقة وبذلك يتسنى فصل كل الأحياء الدقيقة .

ومرشحات السحب تشبه بودقة جوتش Gooch وقمع بوختر Buchner المحتويين على قاع مثقب عليه مادة الترشيح والمثبتين فى قمة قابلة أو تانك الاستقبال الذى يتعرض لسحب جزء من هوائه فيسحب ذلك سرعة مرور السائل خلال طبقة الترشيح التى تحجز الشوائب . ومن مرشحات السحب المستمرة جهاز عبارة عن أسطوانة تدور حول محورها وعلى سطحها مادة الترشيح ، فعند دوران الاسطوانة ينفر جزء منها فى السائل المراد ترشيحه ويتعرض هذا الجزء للتفريغ عن طريق صمام أوتوماتيكي على المحور فيمر السائل خلال طبقة الترشيح ويمر الى ماسورة معينة بينما تتخلف الرواسب على سطح الاسطوانة ويمكن ازالتها بالفسيل بالرداذ وبسكين الكشط .

وفى عمليات الترسيب قد يستعان بالطرد المركزى لاسراع الترسيب كما هو الحال فى مرشحات الطرد المركزى centrifugal filters التى تزيد سرعة الترسيب بفعل الجاذبية الأرضية بدرجة كبيرة جدا . ويمكن استخدام ماكينات سرعتها تصل الى ٤٠٠٠٠ دورة فى الدقيقة .

عمليات الفصل الكهرومغناطيسية :

تستخدم الخاصية المغناطيسية فى فصل الشوائب المعدنية المعروفة باسم tramp iron الموجودة فى المنتجات الغذائية من جراء وجود قطع حديد أو مسامير أو أسلاك أو غيرها فى الحامات ، بالإضافة الى الجزء المعدنى الذى ينتقل الى المنتجات اثناء تصنيعها نتيجة لتآكل معدن الماكينات والادوات ، وهذا الجزء المعدنى يعرف باسم iron filings . وفى بعض المصانع تمرر المادة الغذائية على مغناطيس لاجتذاب المعادن ، بينما فى حالات أخرى تمرر المادة خلال مجال مغناطيسى . وأجهزة الفصل

الإلكترومغناطيسى electromagnetic separators متعددة ، فمنها
 Drum type و Ferro filter للسوائل و Type T separator للمعلق و
 و Magnetic pully و Cross belt و Lifting magnet و Spout type magnet للمواد الصلبة .

عملية تبادل القواعد :

لإزالة بعض الأيونات من المواد الغذائية يمكن استبدالها بأخرى، كان
 تستبدل أيونات الكالسيوم والمغنسيوم المسببة لعدم الثبات بأيونات
 صوديوم أو بوتاسيوم مثبتة . ويجرى ذلك بدفع المادة الغذائية بواسطة
 مضخة داخل عمود زيروليت zeolite أو أى عمود ممتلئ بمادة تبادل
 القواعد base exchange لحدوث التبادل المطلوب . وعادة يفصل
 عمود الزيروليت عقب استخدامه بالماء ثم يمرر به مزيج من حامض خليك
 مخفف وكلوريد صوديوم وكلوريد بوتاسيوم لتجديد العمود وإزالة
 أيونات الكالسيوم والمغنسيوم ، وبعدها يفصل العمود بالماء فيصبح معدا
 للاستخدام مرة أخرى . وهذه الطريقة متبعة لتحسين صفات اللبن
 البقرى حيث تزال أيونات الكالسيوم من اللبن وبذلك يصبح مقدار
 الكالسيوم غير المتأين المتبقى فى اللبن موازيا أربعة أمثال الكالسيوم فى
 لبن السيدة وهذا يجعل خثرة اللبن البقرى المتكونة فى معدة الطفل لينة
 وسهلة الهضم بعكس خثرة اللبن البقرى المادى غير المعامل بتبادل القواعد
 فتكون شديدة التماسك بطيئة الهضم . وعندما يعامل اللبن بتبادل
 القواعد يميز على البطاقة باسم Soft kurd . وفى بعض الحالات تعامل
 المادة الغذائية بأعمدة تبادل الكاتيونات والآنيونات معا ، مثال ذلك معاملة
 الماء للحصول على ماء خال من ثانى أكسيد الكربون مقاومه ٥٠٠٠٠ أوم
 ولا تزيد به نسبة المواد الصلبة المتأينة على عشرة أجزاء فى المليون . وهذه
 الأعمدة يعاد استخدامها بعد إعادة تنشيطها بأمرا حامض مخفف وقلوى
 مخفف خلالها .

عمليات التركيز :

تركز بعض المواد الغذائية بالتقطير distillation أو بالتبخير evaporation

فالتقطير مبنى على أساس التفاوت فى القابلية للتطاير بين مكونات المادة الغذائية . ولذلك تقطر المواد فى أجهزة ذات أشكال وأحجام متفاوتة ، ومثال ذلك فصل الكحول أو الزيوت العطرية من خاماتها . وفى بعض الأحيان يعقب التقطير استخدام أعمدة التجزئة على درجة حرارة معينة لفصل أبخرة المكونات المختلفة عن بعضها ، حيث تتكثف المكونات المختلفة عند نقط متباعدة فى العمود فيمكن فصلها أو إعادة بعضها الى وعاء التقطير . وأعمدة تركيز الكحول rectifying columns يمثل الواحد منها مجموعة قطاعات كل منها يمثل وحدة تقطير منفصلة تغطى المكثف أبخرة مكونة من ٩٥ ٪ كحولا مع ٥ ٪ ماء . وهذا التقطير قد يجرى بتسخين المادة فى انائها تسخيناً مباشراً بالحرارة ، أو قد يجرى بامرار البخار خلال المادة . مثال ذلك زيت قشور البرتقال فإنه يمكن فصله بالتقطير بالبخار ، الا ان صفاته تكون اقل جودة من صفات الزيت العطرى المستخرج بالكبس على البارد من وجهات اللون والنكهة والثبات والقابلية للحفظ على درجة الحرارة العادية . لذلك يفضل تعديل طريقة التقطير بالبخار باجرائها تحت ضغط منخفض .

ويجرى التقطير بطريقة الوجبات أو بالطريقة المستمرة ، أو بالتفريغ الشديد . ففي طريقة الوجبات يستخدم وعاء التقطير batch still or pot still المزود الجدران الذى تسخن فيه المادة ببخار يمر بين الجدارين ، فتتطاير أبخرة المكونات سريعة التطاير وتكثف بمرورها فى مكثف يبرد بالماء . ويمكن اجراء هذا التقطير تحت ضغط مرتفع أو تحت تفريغ . وفى الطريقة المستمرة تستخدم أعمدة التجزئة التى تدخلها المادة المراد تقطيرها من نقطة تقرب من منتصف العمود فتعرض للحرارة بتأثير الأبخرة المتصاعدة

من النصف السفلي للعمود نتيجة للتسخين • وتتكثف الأبخرة المنطلقة بمرورها في مكثف مبرد بسائل التبريد الذي ينساب في المكثف بسرعة محددة تجعل التكثيف الذي يتم في حيز المكثف **chamber** المعروف باسم **dephlegmator** يكون تكثيفا جزئيا • وعمود التجزئة يمثل مجموعة من مراكز التقطير يطفح من كل منها السائل المتجمع ليطلقه المركز الذي يقع أسفله **tiers** ، بينما يرتفع البخار إلى المركز الذي يعلوه مخترقا السائل المتجمع فيه فيعتبر ذلك بمثابة عملية غسيل للبخار • ويتضح من ذلك أن السائل السفلي يتركز وتنطلق منه حرارة تعمل على تبخير المواد السريعة التطاير مما يؤدي إلى تعزيز الأبخرة المتصاعدة لأعلى • وهذا يعني أن كفاءة الفصل باستخدام هذه الأعمدة تتمشى مع عدد مراكز التقطير **tiers** في العمود • وأحيانا تملأ هذه الأعمدة بمسود مائلة تعمل كأسطح يتم عليها التكثيف فيمتنع ظهور الفقاعات في السائل المسخن وبذلك يقل الضغط • ويجب استخدام صفيائح **baffle plates** لتوجيه البخار خلال المواد المائلة منعاً من تكوين تشققات يسلكها البخار دون بقية السطح •

والتقطير بالتفريغ الشديد يناسب إنتاج المواد ذات الوزن الجزيئي المرتفع ودرجة النقاوة المرتفعة ، مثل بعض الأحماض الدهنية والاسترات والكيماويات والأدوية والفيتامينات والزيوت • وفي أجهزة التقطير بالتفريغ الشديد يتصاعد البخار من وعاء التقطير ويمر في مكثف مبرد سريع الدوران فيتعرض للتكثيف الجزئي ، ويعاد تبخير قطرات السوائل ذات درجة الغليان المنخفضة بترسها للحرارة أثناء سيولتها على جدار وعاء التبخير فيتصاعد بخارها مع بخار المادة الأصلية مما يجعل هذا البخار دائما مدعماً بأبخرة المواد ذات درجة الغليان المنخفضة ومنخفضاً في نسبة أبخرة المواد ذات درجة الغليان المرتفعة التي فصلها المكثف أثناء التكثيف الجزئي •

ويعتبر الغليان **boiling** من العمليات الشائعة في التصنيع

الغذائي ، فهو يجرى بقصد التركيز أو الطبخ أو الإذابة . ويؤدي التماذي في الغليان الى فقد جزء من مكونات النكهة واللون وكذلك تحليل بعض المكونات وترسيب بعض الأملاح وطقو بعض الريم الناشئ عن تغيير طبيعة البروتينات . ومن الممكن تحاشي حدوث هذه التغيرات غير المرغوبة بتقصير مدة الغليان الى أقل حد ممكن أو بإجراء التركيز تحت التفريغ . وعندما يجرى التركيز بالغليان تحت الضغط الجوي العادي تتأثر صفات المنتجات الغذائية الى حد كبير بطبيعة المواد المستخدمة في إجراء الغليان ، فالتحساس بالحديد والقصدير والحارصين تحول اللون الأحمر في العنب الى اللون البني وتكسب العصير طعما معدنيا . ولذلك يفضل استخدام أجهزة مصنوعة من الألصلب غير القابل للصدأ أو مبطن بالزجاج . وعادة يجرى التسخين باللهب المباشر أو بالبخار المار في مواسير داخلية أو بين جدارى وعاء التركيز ، كما قد يجرى التسخين بالطاقة الشمسية أو بالرذاذ . ففي بعض المصانع الصغيرة مازالت الطريقة المتزلية للغليان والتركيز بالحرارة المباشرة تحت الضغط الجوي العادي متبعة . مثال ذلك التركيز في حلة مصنوعة من الحديد تسخن باللهب المتولد من احتراق الخشب ، كما هو الحال في صناعة العسل الأسود الذي يتعرض في هذه الحالة لحوث تكميل وذوبان جزء من الحديد في العسل ، وكذلك في صنعة السكر في المصانع القديمة تسخن تانكات الغليان sugar boilers or sugar cookers البياضوية الشكل تقريبا باللهب المباشر للاستفادة من الحرارة المرتفعة التي تفوق حرارة البخار ، وهذا التسخين المباشر من شأنه عدم تجانس توزيع الحرارة في التانك وبالتالي تعرض بعض المناطق لحرارة أشد تجعل العصير في هذه المناطق أكثر لزوجة وأدكن لونا . ويفضل في الصناعة استخدام أفران الاحتراق السطحي surface combustion burners مثل cox burner المغطى قاعه بالطوب المسامي والمزود بصمام لمرار مزيج من غاز الاحتراق والهواء . فعند إشعال الخليط يسخن القاع ويحمر اللون وتنعكس الحرارة على قاع تانك التركيز . وهذه الوسيلة للتسخين توفر حوالي ١٢.٥٪ من غازات الاحتراق .

والتركيز بالبخار شائع في مجال التصنيع الغذائي . مثال ذلك تركيز عصير التفاح أو الكشمش في حقل البخار steam pans وهي عبارة عن صندوق مبطن بالنحاس أو القصدير يغل فيه العصير بواسطة مواشير البخار steam الممتدة بطول الصندوق . والحلل المسخنة بالبخار steam-jacketed kettles منتشرة في مصانع الاغذية ولها القدرة على تركيز خمسمائة جالون من لب الطماطم الى نصف حجمها خلال ثلاثة ارباع الساعة . وحلل المربي jam pans تكون عادة متينة لتحمل ارتفاع الضغط من ٧٠ - ١٠٠ رطل على البوصة المربعة أثناء الطبخ . وتوجد اجهزة مستمرة continuous cookers تحول المحلول الخفيف الى شراب كثيف خلال ثمانية أو عشرة ثوان فقط وتعطي ٤٠٠ - ٨٠٠ رطلا من الشراب في الساعة .

والتركيز الشمسي solar concentration مستخدم على نطاق ضيق في البلاد ذات الجو الحار . ويجري ذلك بوضع السائل المراد تركيزه في وعاء وتقس فيه قطعة من القماش لتتشرّب السائل ، وتتشرب قطعة القماش على سطح الوعاء لتجف بتأثير حرارة الشمس فيبقى عليها السائل المركز ، ويعاد الغمس والنشر عدة مرات حتى يتركز السائل الى الدرجة المطلوبة .

والتركيز بالرشاد spray concentration يجري بدفع الهواء الساخن من القاعة ليواجه رذاذ السائل المراد تركيزه ، فيخرج الهواء محملا برطوبة وحرارة . ويعاد دوران السائل عدة مرات حتى يصل تركيزه الى الحد المطلوب .

والتركيز بالتجميد concentration by freezing يجري في البلاد ذات الجو القارص بترك العصير في البراميل معرضاً للجو حتى يتجمد جزئياً ، ويسحب العصير المركز من مركز البرميل لفصله عن بللورات الثلج التي تمتد على محيط البرميل متجهة تجاه مركزه . وقد

يرفع التركيز باستخدام الحرارة بعد الحصول على عصير مركز بالتجميد. ويعتبر التجميد وسيلة اقتصادية للتركيز نظرا لأنه يستغنى في التجميد كمية من الطاقة توازي $5/1$ مما يلزم لتبخير نفس الكمية من الماء ، الا أن تكاليف عملية التجميد باهظة . وتتضمن طريقة Gore للتركيز العصير بالتجميد في وضع العصير داخل غرفة التجميد أو في علب منغمسة في محلول التبريد وترك العصير حتى يتجمد ويصبح عبارة عن بللورات ثلجية وشراب خفيف أو كتلة متجمدة، ثم يجرش الثلج ويوضع في ماكينة الطرد المركزي open-basket centrifuge التي تدار بسرعة متوسطة لتطرد الشراب المركز خلال الثقوب وتحتفظ بالبللورات الثلجية داخل السلة . ويمكن غسيل بللورات الثلج بالماء أثناء دوران الماكينة . وبهذه الطريقة يمكن رفع تركيز المحلول السكري إلى ٥٢٩ بوميه . وتشابه طريقة Monti مع الطريقة السابقة فيما عدا أن الثلج يفصل بالتصفية draining . ويمتاز التركيز بالتجميد بصفة عامة بالمحافظة على النكهة مقارنة بجميع طرق التركيز الأخرى .

ويجرى التركيز أحيانا تحت ضغط جوي منخفض ، أي تحت تفريغ ، لتقليل أو استبعاد التغيرات التي تظهر عادة أثناء التركيز تحت الضغط الجوي العادي open boiling . ويعزى تحسن صفات المنتجات المركزة في هذه الحالة إلى خفض درجة حرارة الغليان بعدد من الدرجات قد يصل إلى المائة ، إذ أن ارتفاع الحرارة يزيد تكامل السكر وفقد عوامل النكهة وتغير اللون وتحلل السكريات وبعض المكونات الأخرى . والمعروف أن كمية الحرارة اللازمة للتركيز، وهي مجموع الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة السائل إلى درجة غليانه مضافا إليها الحرارة اللازمة لتحويل السائل إلى بخار ، لا تختلف كثيرا في حالة التبخير تحت تفريغ عنها في حالة التبخير تحت الضغط الجوي العادي ورغم انخفاض درجة حرارة الغليان إلى حد كبير في حالة التفريغ ، وذلك لأن حرارة التبخير heat of vaporization تعادل سبعة أمثال الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة السائل إلى درجة الغليان . والجهاز المستخدم للتركيز تحت تفريغ يتكون

من حين يوضع به السائل ويحيط به بخار التسخين وبقته فتحة كبيرة متصلة بمضخة التفريغ وبمكثف لتكثيف البخار . والشائع أن يكون الجهاز اسطوانيا ومتيا ليتحمل التفريغ ، كما يلزم أن يكون القاع ثقيلًا ليتحمل ضغط البخار والتفريغ . وفي كثير من المصانع تستخدم مجموعة أجهزة متصلة للتبخير *multiple-effect evaporators* ينتقل بخار التسخين من أولها الى الثاني ثم الى الثالث وهكذا ، وبذلك يكون التانك الأول أكثر المجموعة حرارة وأقلها تفرغًا بينما التانك الأخير يمثل العكس . وأشهر وسائل تسخين الحلل تحت التفريغ هي باستخدام مجموعة أنابيب ممدية رأسية مفتوحة الطرفين يربطها صفائح معدنية سميكة في شكل خلايا قرص شمع غسل النحل ويحيط بها البخار *calandria* ويسخن السائل بعلامسته للأنابيب . أما التفريغ فيجرى بواسطة مضخات التفريغ الرطب أو مضخات التفريغ الجاف أو مضخات البخار أو مضخات الماء *water jet pumps* . ومن المفيد في عمليات التركيز تحت تفريغ أن يكثف البخار المتصاعد أثناء التركيز تكثيفًا جزئيًا لتركيز المواد المكسبة للمكثفة المتطايرة ويصاد إضافة هذه المواد المتكثفة الى عصير الفاكهة المركز لتحسين نكهته كما هو متبع في طريقة *Serolian* . وعادة يحدد تركيز السائل بتحديد الحجم الذي ينتهي عنده التركيز أو بتقدير الوزن النوعي أو بتقدير معامل الانكسار، وتعتبر طريقة الرفر أكثر دقة .

عمليات البلورة :

عندما يصل تركيز المحلول الى درجة فوق التشبع تترسب منه بللورات المادة الذائبة ، ويزداد حجم هذه البللورات بازدياد التركيز أو عند تبريد المحلول . وأحيانًا يستلزم الأمر إعادة إذابة البللورات المنفصلة وإعادة التركيز والبلورة للتخلص من بقايا سائل الأم بها به من شوائب احتجزت بين البللورات أثناء رسوبها ، وبذلك تزداد درجة نقاوة البللورات . وفي حالة الرغبة في الحفاظ على الحجم الصغير للبللورات يتحقق ذلك

بالتقليب المستمر أثناء عملية البلورة . بينما فى بعض الحالات يلزم الإبقاء على المحلول ساكناً أثناء عملية البلورة . وبالنسبة لدرجة الحرارة يلاحظ أن بعض المواد يتبلور على درجة حرارة مرتفعة ، والبعض يتبلور من محاليل دافئة ، والبعض يتبلور من محاليل باردة .

وأجهزة البلورة متعددة . فمنها الأجهزة البسيطة *single crystallizers* القليلة التكاليف والمكونة من تانك أو حوض يدخله السائل الساخن المركز لدرجة معلومة ويترك فيه حتى تتم البلورة ، وبعدها يسحب سائل الأم بإمالاة الحوض قليلاً ثم تؤخذ البللورات لتتنقى . وبدئها أن طول مدة البلورة تجعل من الصعب التحكم فى حجم البللورات . وفى طريقة أخرى تستخدم أجهزة البلورة المبردة بالماء والمزودة بمقلبات تكشط البللورات المترسبة على الجدران المبردة . وتمتاز هذه الطريقة بإعطاء بللورات متجانسة فى الحجم إلى حد كبير . وفى أجهزة بلورة بعض السكريات قد يبرد السائل الساخن بدوران مواسير التبريد فى السائل ، فتتخفض درجة الحرارة بسرعة حتى توشك البللورات على الانفصال ، وبعدها تنخفض سرعة التبريد أثناء مرحلة انفصال البذرة ثم تثبت درجة الحرارة حتى تأخذ البللورات حجمها الكافى . ويتأثر محصول البللورات بدرجة الحموضة الفعلية pH فى سائل الأم وبكمية وطبيعة الشوائب . وفى بعض المصانع تستخدم أجهزة البلورة تحت تفريغ *vacuum crystallizers* أو *Evaporation-cooled crystallizers* التى تشبه أجهزة التركيز تحت التفريغ ولكنها مزودة بمقلبات تمنع نمو البللورات على الجدران . وعادة يجرى التفريغ بعد تعبئة السائل الساخن فى جهاز البلورة ، فيتبخر جزء من المذيب ويترسب جزء من بللورات الذائب ، ويستمر ذلك حتى تصل درجة الحرارة إلى نقطة اتزان . وفى طريقة أخرى للبلورة تستخدم أجهزة *Flakers* شبيهة بالمجفف الاسطوانى ، فسرود الاسطوانة من الداخل وتدار بحيث تنغمز إلى عمق معين فى السائل الساخن فيعلق جزء منه بجدار الاسطوانة ويتبلور عليه بتأثير البرودة

ويمكن كشطه عند اكتمال دورة الاسطوانة وقبل بلوغ سطح السائل الساخن .

عملية الانتشار :

تستخدم عملية الانتشار *Lixivation or diffusion* في مصانع سكر البنجر ، حيث تقمر شرائح البنجر في الماء الدافئ داخل مجموعة تانكات متتالية فينتشر السكر خلال جدر الخلايا بتأثير الانتشار الاوسموزي *osmosis* ويندوب في السائل المحيط بالبنجر . وبلى ذلك عمليات تركيز وبلورة السكر . ومن الممكن استخدام هذه الطريقة مع كثير من الفواكه والخضروات .

عمليات الاستخلاص :

تستخلص بعض المواد ، كالكسريات ، بالماء ، بينما تستخلص الزيوت والدهون بالمذيبات الدهنية . وينطبق اصطلاح الاستخلاص *extraction* أيضا على استخلاص عصير الفاكهة بالكبس *pressing* ، مثل عصير المشمش والخسوخ والموالح ، وعلى استخلاص الزيوت بالمكابس البريمية *expellers* . واختيار الطريقة المناسبة للاستخلاص متوقف على طبيعة الفاكهة ومكان العصير في الثمرة وصفات العصير . ففي حالة وجود مواد قابلة للذوبان غير مرغوبة في القشور المحيطة بالعصير يلزم اختيار الطريقة التي يضمن معها عدم استخلاص هذه المواد أثناء استخلاص العصير ، ففي بعض الاحيان تعامل المواد الخام بالحرارة قبل الاستخلاص وفي حالات أخرى تهرس أو تطحن الخامات قبل الاستخلاص .

ويمثل اللوح والقماش *rack and cloth press* احدي وسائل الاستخلاص بالضغط . فيوضع الفاكهة المهروسة داخل قطعة من القماش السميك تترك بين لوحين من الخشب المتين كل منهما عبارة عن مجموعة سدابات خشبية ، وتكرر وضع طبقات متبادلة من الفاكهة المعبأة في

القماش والواح الخشب حتى يمتلئ المكبس ، ثم يبدأ الضغط على الفاكهة لاستخلاص العصير .

وفي طريقة أخرى للاستخلاص يستخدم القفص والمكبس basket press المكون من سلة خشبية جذرانا عبارة عن مجموعة سدابات خشبية يوضع بداخلها الفاكهة السليمة أو المهروسة معبأة في قطع من القماش السيك حيث تعرض للضغط فيخرج منها العصير ويسيل بين السدابات متجمعا في حوض سفلى . والضغط المستخدم في هذه الطريقة قد يكون ايدروليكيًا باستخدام مضخة hydraulic pump أو باستخدام الروافع lever arm أو البريمة screw . وتوجد حاليا أجهزة للاستخلاص تعمل بطريقة مستمرة . ومن الممكن إعادة كبس الكسب المتخلف للحصول على مزيد من العصير ، إلا أن هذا العصير يكون أذكّن لونا وأضعف نكهة . وتكبس بعض المواد على البارد بينما يكبس البعض الآخر ساخنا .

ومن طرق الاستخلاص الشائعة طريقة خاصة بالموالح ، حيث تهرس الثمار الكاملة ويفصل منها الزيت بالطرد المركزي ، إلا أن الزيت الناتج يكون منخفض الدرجة من وجهة الصفات ، أو قد تبشر القشور ويكبس البشر . وليس من السهل استخلاص زيت الموالح بالمذيبات الطيارة -

عملية إزالة الغازات :

تفيد عملية إزالة الهواء degassing or deaeration من بعض المنتجات في المحافظة على لونها ونكهتها وفيتاميناتها بالإضافة إلى تقليل حجم المنتجات بعض الشيء وتقليل حدة الفوران . وفي هذه العملية تزال فقاعات الهواء والغازات بطريقة مماثلة لما هو متبع في عملية التمسخين الابتدائي exhausting ، والطريقة المتبعة مبنية على تعريض المنتجات السائلة أو شبه السائلة في طبقات رقيقة للتفريغ المحدد مقداره . ويمكن سحب الهواء من

المنتجات الجافة المسحوقة واحلال غاز خامل كالنتروجين محلها ، الا أنه ليس من السهل التخلص من كمية الهواء بأكملها .

عمليات الخلط :

تؤثر عمليات المزج والخلط mixing and blending في درجة جودة كثير من المنتجات الغذائية السائلة واللزجة والصلبة . وتشمل عمليات المزج أيضا عمليات التخفيف والاذابة والتعليق وخلط السوائل القابلة للامتزاج .

والاطعمة السائلة تمزج باستخدام مقلبات ميكانيكية agitators mechanical mixers وقد يكون الخلط عبارة عن ذراع عريض يتحرك على قاع وعاء الخلط ، كما قد يكون الذراع له مجموعة حدافات blades رأسية أو أفقية الوضع فيسمى الخلط في هذه الحالة gate agitator ومن المقلبات ذات السرعة المرتفعة تلك المعروفة بالتنوع Propeller turbine .

وبعض الاطعمة الدسمة، كالكاستارد وحشو الفطائر وكريمة الحشو ومخاليط الجيلاتى وبعض منتجات الالبان ، تجنس لتحسين خواص الاستحلاب، ويستخدم في ذلك ماكينات الاستحلاب emulsifying machines وتقيد عملية التجنيس في تصغير حجم حبيبات الدهن وبذلك لا تنفصل من اللبن أو غيره فهي هيئة لطيفة تطفو على السطح . وينتج عن عمل هذه الماكينات في دفع السائل بواسطة مضخة خلال مصفاى قطر ثقبها ١/٣٠٠٠ ر. من البوصة تحت ضغط يصل الى ٣٥٠٠ رطل على البوصة المربعة فتتكسر حبيبات الدهن وتصطدم الحبيبات المارة خلال الثقوب بجدار من الصلب يعمل على تحطيمها مرة أخرى .

ويمكن مزج السوائل بطريقة الدوران circulation mixing حيث يسحب السائل من قاع الصهريج ويصب في قمته ويكرر ذلك بعض الوقت .

أما السوائل اللزجة *viscous* والمعجائن *pastes* فتمزج باستخدام *intermeshing agitator* أو الخلاطات مزدوجة الحركة *double motion mixers* أو المعجائن *kneader mixers* أو خلاطات *Muller mixers* فالنسوع الأول من الخلاطات يمثل خلاطات *Marshmallow beaters* ذات المجموعتين من المقلبات الرأسية ، أحدهما مثبتة والثانية تتحرك لتجرف المواد من جدران اسطوانة الخلط . وتدخل الخامات من فتحة في الغطاء العلوى بينما تخرج المادة الممتزجة من صمام في القاع . والنوع الثانى من الخلاطات وهو ذو الحركة المزدوجة تمثله الخلاطات الرأسية المكونة من وعاء مسخن بالبخار ويدخله مقلبات تؤدي مهمة التقليب والخلط وكذلك تكشف المادة الغذائية من جدران الوعاء ليتم الخلط ويمتنع احتراق الجزء الملاصق للجدران . وقد تقسم المقلبات الى قسمين يدوران عكس بعضهما أو بسرعتين مختلفتين . وقد يكون مسكناً لتغيير وضع المقلبات برفعها الى أعلى أو خفضها الى أسفل . ومن أمثلة هذه الخلاطات أيضاً تلك المستخدمة في صناعة الآيس كريم وما يماثله وتعرف باسم *cream beaters* وهي مكونة من مجموعة اسطوانات يدخل كل منها مقلب قوى يضرب المحلول السكرى فوق المشبع عند دخوله من أحد طرفى الاسطوانة وينقله الى الطرف الآخر تجاه فتحة الخروج ماراً على سطح قليل الانحدار . ويجب التخلص من الحرارة المنطلقة أثناء المزج والبلورة للحصول على فوندان *fondant* جيد القوام وخال من سائل الام وبللورات السكر به صغيرة الحجم . والعجائن تستخدم في المخابز ، وهي تحتاج لقوة محرك كبيرة قد تصل الى حصان لكن خمسة جالونات . وبعض العجائن يلزم تبريده أثناء الخلط ، بينما البعض الآخر يحتاج الى تسخين . ويمكن تشغيل المعجائن تحت ضغط مرتفع أو منخفض . وتستخدم خلاطات ممانلة *Mogul machines* في صناعة اللادن وبعض الحلوى . والنوع الرابع من الخلاطات يمثلها ماكينات مزج السكر بالشيكرولاته السائلة وزبد الكاكاو ، وماكينات تنعيم الشيكرولاته وتحسين نكهتها وخفض رطوبتها في العملية المعروفة باسم *conching* التى تحقق نظيفة حبيبات السكر بزبد الكاكاو مما يقلل من الملمس الدهنى ويحسن

من صفات التخزين ، بالإضافة الى أكسدة الثاينيات وطرود بعض الاحماض
بتأثير الحرارة وسرعة التقليب . وتعتبر الماكينة *conche* ذات اثر
واضح في صفات الشيكولاته ، وهذا الاثر مرجعه الى حركة الشيكولاته
السائلة داخل الماكينة مدة طويلة . وطواحين الشيكولاته *Melangeurs*
عبارة عن حجرين يدوران داخل وعاء من الجرانيت يحتوى على مكونات
الشيكولاته . وتوجد طواحين مماثلة مصنوعة من الصلب تستخدم في
بعض اغراض التصنيع الغذائي .

والمساحيق الجافة تمزج باستخدام طاحونة الكرات
ball mill type mixer أو *tumbling drums* أو *mixing cone*
فمن الطرق البسيطة الشائعة لخلط المساحيق الجافة وضع هذه المساحيق
في تانك يقلل جيذا ويدار حول محوره لاتمام الخلط ، وبعدھا يفتح
التانك وتصب منه المحتويات. وتعرف هذه الطريقة باسم *tumbling drums*
أما طريقة كون الخلط ففيها تصب مكونات المخلوط المراد تحضيره بالنسب
المحددة على سير ينقلها الى الكون فتساقط على الجدران وتنقلها برمية من
قاع الكون الى العبوات .

عملية التغطية :

لتغطية *coating* بعض المنتجات السكرية والنقل بالسكر أو بغطاء
سكرى تستخدم حلل *dragee pans* من النحاس أو من الصلب المبطن
بالزجاج تميل في وضعها بزاوية قدرها ٥٦° وتدار بسرعة بطيئة وتسخن
البخار من الخارج . ويبدأ العمل بوضع المواد المراد تغطيتها داخل الحلة
وتدار هذه قبل أن يصب فيها بالتدرج الشراب السكرى فوق المشبع
والمحتوى على مكسبات النكهة والمادة الملونة بالقدر الذى يكفى لترطيب
المواد . فبتأثير الحرارة تتبخر الرطوبة أثناء دوران الحلة ويتكون على
المواد طبقة سكرية تزداد سماكة كلما أعيد اضافة الشراب السكرى .
ويمكن اسراع عملية التجفيف بدفع هواء ساخن تقى فى داخل الوعاء .

ويمكن تغطية بعض المواد بالشيكولاته بطريقة الغمس يدويا في الشيكولاته المسخنة لدرجة ٨٤ - ٨٧.٥ ° فهرنهايت ، وهي طريقة تغطي نتائج جيدة. وحاليا تستخدم ماكينات التغطية enrobers المزودة بأسلاك سريعة الحركة للتخلص من الذيل الذي يتكون عند التغطية بالشيكولاته. antitailing device

المعاملات الحرارية :

أصبحت معظم المصانع تعمل بالطريقة الأوتوماتيكية automatic control فيها ترتفع درجة الحرارة الى الحد المطلوب أوتوماتيكيا ، ويستمر التسخين على درجة حرارة معينة للمدة المحددة ، ويدفع الماء البارد أو الهواء بالضغط المناسب ، وتبرد المادة للفترة المطلوبة ، ويطلق ماء التبريد للخارج ، ويوقف الضغط أوتوماتيكيا . وتمتاز الطريقة الأوتوماتيكية بتحقيق التجانس في المنتجات ، وتحاشي ارتفاع درجة الحرارة عن الحد المطلوب ، وتسهيل استخدام درجات حرارة مرتفعة وبالتالي مدة أقصر في طبخ المواد الغذائية ، وزيادة القدرة الانتاجية للماكينة ، وتحقيق الاقتصاد في استخدام البخار ، وإمكان تعديل ظروف المعاملة الحرارية بما يتشئ مع حجم العلب الموضوعة في الأوتوكلاف .

وعند قياس درجة الحرارة يجب مراعاة تواجد قاعدة الترمومتر في حيز غازي ليصبح مستودع الزيت معرضا للبخار الى فيعطى الترمومتر قراءة صحيحة عن درجة الحرارة في الأوتوكلاف cooker المسخن بالبخار . والشائع هو تثبيت الترمومتر داخل غلاف معدني في جدار الأوتوكلاف في منتصف المسافة بين القاعدة والقمة .

وأجهزة التحكم في المعاملة الحرارية بعضها ذاتي self-actuated controllers لا يتحكم في العملية بفساية الدقة ولذا فاستعماله في الأوتوكلاف غير مرغوب ، والبعض يتحكم بطريق غير مباشر indirect controllers . فمن أمثلة النوع الاول قضيب معدني مثبت من

أحد طرفيه ويتصل طرفه الآخر بالرافعة ، فإذا تمدد نتيجة لارتفاع درجة الحرارة كثيرا أدى الى غلق صمام البخار ، وإذا انكمش نتيجة لانخفاض درجة الحرارة انفتح الصمام . اما النوع غير المباشر فيمثله بصلة معدنية يمتلئ نصفها بسائل درجة غليانه منخفضة مثل الاثير وتتصل بأنبوبة معدنية صغيرة تربطها بحلزون معدني coil ينتهى طرفه الحر بقلم يتحرك على اسطوانة مغطاة بورق رسم بياني . فبارتفاع درجة الحرارة يتبخر جزء معين من السائل مسببا خسفا معينا داخل البصلة والحلزون فيتمدد الحلزون ويظهر مقدار التمدد على ورقة الرسم البياني . وعندما تنخفض درجة الحرارة ينكمش الحلزون ويتغير اتجاه القلم ، كما أن انكماش البصلة الواقعة تحت ضغط هوائى قدره حوالى عشرون رطلا يؤدى الى فتح صمام البخار بواسطة ضغط الهواء ، وهذا عكس ما يحدث عند ارتفاع درجة الحرارة اذ تتمدد البصلة فيظل صمام الهواء مغلقا وبالتالي لا يصل الهواء المضغوط الى صمام البخار فيظل الأخير مغلقا أيضا . وفى بعض الأجهزة الحديثة تستخدم الدورة الكهربائية للتحكم فى صمام البخار ، فإذا ارتفعت درجة الحرارة أو انخفضت انقطعت الدائرة أو اتصلت وبالتالي يقل أو يفتح صمام البخار .

وأثناء التسخين تنتقل الحرارة من مصدرها الى المادة المراد تسخينها اما بطريق التوصيل conduction من جزئ الى آخر فى المواد الصلبة كالملب والبرطمانات ، أو شبه الصلبة كالعجائن وجيل النشا والجيلاتين ، أو بالانتقال convention حيث يسخن جزء من السائل قتل كثافته ويرتفع لأعلى مسببا حدوث تيارات من السائل الساخن تنقل الحرارة الى جميع مناطق السائل ، ويعطى الانتقال نتيجة أسرع من التوصيل . وعند تقدير سرعة انتقال الحرارة يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن مركز الملب هو أكثر المناطق انخفاضا فى درجة الحرارة ولذا تحسب المعاملة ابتداء من وقت وصول درجة حرارة المركز الى الدرجة المطلوبة . ويتأثر انتقال الحرارة بالفارق بين درجة حرارة المادة المراد تسخينها

ودرجة حرارة وسط التسخين temperature differential وطريقة التسخين وطبيعة المسادة المعبأة ودرجة نعومة المادة المعبأة وحجم العبوة وطبيعة معدن العبوة ونوع الكائنات الحية الموجودة في المادة المعبأة وتقليب العبوات أثناء المعاملة • والرسم البياني الممثل لانتقال الحرارة rate of heat transfer يمثل علاقة لوغاريتمية ، إذ ينتج خط مستقيم يمثل العلاقة بين لوغاريتم درجة الحرارة في مركز العبوة وبين المدة محسوبة بالدقائق ، وهذا باستثناء الفترة عند بداية المنحنى lag period • ويؤدي أن الخط البياني يمثل ثلاث مراحل ، في الأولى تمتص المادة الغذائية قدرا كبيرا من الحرارة بسبب التفاوت الكبير بين درجة حرارة المادة ودرجة حرارة بخار التسخين وهذا القدر ينتقل تدريجيا إلى مركز العبوة ، وفي الثانية يستمر تسخين مركز العبوة تدريجيا وببطء بسبب اقتراب درجة حرارة مركز العبوة من درجة الحرارة وسط التسخين ، وفي الثالثة تستمر درجة حرارة المركز في الارتفاع بقلّة بسبب كونها ما زالت أقلّ انخفاضاً من درجة حرارة جدار العبوة ورغم إيقاف بخار التسخين • وفي مرحلة التبريد التي تعقب عملية التسخين تنتقل الحرارة من مركز العبوة إلى الجدران •

ويمكن معرفة درجة الحرارة والمدة اللازمين لإبادة الميكروب المسبب للفساد بأجراء محاولات متعددة بعد تنمية الميكروب على بيئة مماثلة للمادة الغذائية المراد معاملة بقصد الوصول إلى العلاقة بين المدة ودرجة الحرارة thermal death time curve • وهذه العلاقة عندما تقترب بيانات عن سرعة انتقال الحرارة أثناء التسخين وأثناء التبريد تصبح مفيدة في تحديد ظروف المعاملة الحرارية ، بالرغم من وجود بعض الصعاب التي تجعل تطبيق البيانات المتحصل عليها من الرسم البياني والتجارب التمهيدية ليس دقيقا • ومن هذه الصعاب اختلاف ظروف العملية الكبيرة عنها في التجارب التمهيدية ، وتفاوت أحجام أجهزة التعقيم ، وتباين درجات الحرارة في المناطق المختلفة من الأوتوكلاف ،

ووجود بعض أحياء دقيقة مقاومة للحرارة مختلفة عن تلك التي أجريت عليها التجارب التمهيدية . ولذلك ينصح بتجربة البيانات الخاصة بدرجة الحرارة ومدة التسخين على مجموعة من العبوات تقدر بألف وحدة على الأقل .

وتؤثر مادة العبوة في ظروف المعاملة الحرارية . فالعلب المصفيح توصل الحرارة بسرعة تفوق الزجاج بحوالى ثلاثين مرة . وطبيعة المادة الغذائية تؤثر أيضا . فإلاء في المادة الغذائية يصمخن بالتوصيل وتنخفض الحرارة خلاله ببطء ، اذ لا تتجاوز سرعة التوصيل به قدر سرعة التوصيل في الزجاج خمسة وعشرين مرة تقريبا . لأن الماء الذي يوجد على حالة حرة ، كما المحلول المحيط بالمادة الغذائية . فينتقل الحرارة بسرعة لأن الحرارة تنتقل فيه بالتوصيل وبالانتقال معا .

وحجم العبوة له اثره الواضح في تحديد ظروف المعاملة الحرارية . فالعبوات الكبيرة تحتاج لمدة تسخين أطول من الصغيرة بسبب ازدياد كمية المادة المعبأة وطول المساحة من جدار العلبة الى مركزها وصغر نسبة السطح الخارجى الى كمية أو حجم المادة المعبأة في العلبة الكبيرة عنه فى الصغيرة . فنسبة السطح الخارجى الى الحجم ٣٩ فى العلبة نمرة ١ بينما هي ١٦ فى العلبة نمرة ١٠ . وقد أصبح ممكنا حساب الوقت اللازم لتعقيم العلبة الكبيرة من البيانات المعروفة عن العلبة الصغيرة ، ولكن فى حالات محددة فقط ، مثل العلبة التى يزيد طولها على قطرها والتى تسخن فيها المواد بالتوصيل فقط ، كعجينة الطماطم والسبانخ . فعلى سبيل المثال اذا كانت العلبة رقم ١ ، ذات القطر البالغ ٤.٧ بوصة ، تحتاج الى أربعين دقيقة حتى تصل درجة حرارة مركزها الى الدرجة المطلوبة ، فان العلبة نمرة ٢٥ ، ذات القطر البالغ ٤.٦ بوصة ، تحتاج الى :

$$\frac{40 \times 165}{73} = \text{دقائق} \times \frac{\text{قطر العلبة الكبيرة (٢)}}{\text{قطر العلبة الصغيرة (١)}}$$

≈ ٩٠ دقيقة تقريبا

ويبدو أن تركيب السائل المصّب في العلب له أثره في المعاملة الحرارية ، فازدياد اللزوجة وازدياد تركيز المواد الذائبة يقللان من سرعة انتقال الحرارة بسبب تقليل سرعة تيارات السائل الساخن . فقد تنخفض السرعة بما يقرب من ٢٥٪ في المحلول السكري المركز .

ولطبيعة وحجم وحدات المادة الغذائية المصّبة تأثير على انتقال الحرارة . فهذه المواد قد تكون في صورة مكعبات أو شرائح أو انصاف ثمار أو عجينة أو غيرها . وجميعها تتفاوت في مدى انتقال الحرارة بها .

وتتغير ظروف المعاملة الحرارية في حالة ازدياد كمية الأحياء الدقيقة الملوثة للمواد الغذائية . كما أن تقلب العلب داخل المقم يزيد من سرعة انتقال الحرارة بسبب تقلب المادة الغذائية وتكوين تيارات بداخلها ، ويسمح باستخدام درجة حرارة أعلى نسبياً مع بعض الأطعمة فتقل مدة التسخين وهذا يؤدي إلى المحافظة على النكهة .

وليس هناك فارق واضح في سرعة المعاملة الحرارية بين التسخين بالبخار أو بالماء الساخن ، إذ لوحظ أنه عند التسخين بالبخار في الأوتوكلاف سرعان ما تتكون طبقة من الماء على سطح العلب تعمل على توصيل الحرارة من البخار إلى العلب . وينصح بطرد الهواء من الأوتوكلاف في بداية العمل لأن وجوده يقلل من كفاءة التسخين بالبخار .

والحموضة الفعلية pH لها تأثير في المعاملة الحرارية ، فكلما زادت الحموضة الفعلية كلما أمكن استخدام مدة تسخين أقصر . وقد اصطلح على اعتبار الأطعمة حمضية عندما يكون رقم pH أقل من ٤ ، بينما تكون غير حمضة إذا زاد الرقم عن ٤ .

عملية السلق :

جميع الخضروات وبعض الفواكه تسلق preheated or blanched أثناء تصنيعها لقتل ما بها من انزيمات • وتفيد عملية السلق في إزالة قدر من الشوائب ومن الأحياء الدقيقة الملوثة • وقد تجرى عملية السلق في العلب المصفيح ثم تصفى محتويات العلبه ويصب فيها المحلول الملحي أو السكرى • ويلاحظ أن عسر ماء السلق يؤثر في صفات المادة الغذائية • ويجرى السلق بطريقة الوجبات batch أو بالطريقة المستمرة • ففي طريقة الوجبات توضع الخضروات في سلة مثقبة وتغمس في الماء المغل وتترك المدة المحددة • وفيما يلي درجات الحرارة المناسبة لسلق بعض الأطعمة :

الطعام	المدة في درجة الحرارة °ف	الطعام	المدة في درجة الحرارة °ف
فصاح	٥ ١٨٠-١٩٠	كرنبي	٤-٣ ٢١٢
	٤-٣ ٢١٢	تبن	١٠ ٢١٢
اسبرجى	٤-٢ ٢١٢	عيش الغراب	١٠ ٢١٢
فاصوليا خضراء	١٠-٢ ٢١٢	خوخ	٢-١ ١٧٥
بنجر	١٠ ٢٢٠	بطاطا	١٢-٩ ٢٤٠
جزر	١٥-١٠ ٢١٢	برتقال	١٠ ١٨٥-٢٧٥

وبدئى أن درجة حرارة المادة الغذائية عقب السلق تؤثر في مدة التعميم •

عملية التغطية غير المحكمة :

في عملية التغطية غير المحكمة clinching يوضع الغطاء فوق العلبه ليتصلا ببعضهما بدون احكام بحيث يتسنى خروج الغازات أثناء التسخين الابتدائى لطرد الهواء الذى يعيقه قفل العلب باحكام • وتفيد

هذه العملية في حماية سطح المادة الغذائية من التأكسد أثناء التسخين ، وكذلك منع تآثر قطع المادة الغذائية أو تلف ما يبرز منها الى أعلى أثناء التسخين .

عملية طرد الهواء :

يفضل التخلص من الهواء والغازات قبيل قفل العلب ، لمنع تأثير الأكسجين في أحداث تآكل يهددان العلبه وأكسدة بعض مكونات المادة الغذائية وفقد جزء من فيتامين ج . وتساعد عملية التفريغ exhausting هذه على بقاء غطاء وقاع العلبه مفرغين للداخل مما يدل على سلامة محتويات العلبه ، حيث المعروف أن فساد المادة المعبأة يؤدي الى بروز القاع والغطاء للخارج . وكلما ارتفعت درجة الحرارة عند قفل العلب زاد مقدار التوزيع بداخلها وتأخر ظهور أعراض الانتفاخ الأيدروجيني . ويطرد الهواء بالتسخين على درجة ١٨٥ - ٢٠٥ ° فهرنهايت عادة . وقد تستبدل طريقة التسخين بطريقة التفريغ الميكانيكي سواء أثناء عملية القفل المحكم للعلب أو بعدها خلال ثقب تترك لهذا الغرض وتلحم بأحكام عقب التفريغ . كذلك قد تستخدم الحرارة والتفريغ الميكانيكي معاً . والصناديق المستخدمة في عملية التسخين وطرود الغازات متعددة الأنواع ، فمنها circular type و cable type و chain-track type و disk type و rotary type .

ولا توجد ضرورة ملحة لطرود الغازات من عبوات بعض الأطعمة ، مثل الفرة والبسلة والأسبرجس والبطاطا والسبانخ وعصير التفاح وعصير البرتقال وبوريه الطماطم والصلصة الحريفة . كذلك تزال الغازات بدون استخدام الحرارة في حالة العبوات الزجاجية المحتوية على أسماك أو جلي أو فاكهة محفوظة . وبالنسبة لمجموعة من الأطعمة فان درجات الحرارة ومدة التسخين المستخدمتين لازالة الغازات من العبوات موضحة فيما يلي :

الطعام	المدة ق	درجة الحرارة في
تفاح	٧	١٩٠
مشمش	٨-٤	٢١٢-١٩٠
أسبرجس	٥	١٨٠
فاصوليا خضراء	٦-٤	٢١٢
كريز	١٠-٥	١٩٠-١٦٥
عصير عنب	٢٠-٢٠	١٠٠-٨٠
خوخ	٨-٤	٢١٢-١٩٠
طماطم	٢٠	١٥٠-١٣٠
زيتون	٥-٤	٢١٢-٢٠٠
أناناس	٦-٤	٢٠٤-١٨٥
برقوق	٦-٥	١٩٠-١٨٠
بطاطس	-	١٨٠
قراصيا	٦-٤	٢٠٠
سبانخ	١٤-١٠	٢١٢
شليك	٦-٥	١٩٠-١٨٠
بطاطا	١٨	٢٠٠-١٨٥
فاكهة مهروسة	١٢-١٠	٢١٢-٢٠٠

عملية القفل المزدوج :

تقفل العلب الصفيح قفلا مزدوجا double seaming ميكانيكيا .
ويفضل دائما اجراء القفل المزدوج على درجة حرارة مرتفعة . وعادة تكون
درجة حرارة مركز العلبة حوالي ١٦٠-١٧٠° فهرنهايت ، ومقدار الضغط
١٢ - ١٥ بوصة .

عملية التعقيم :

تحتل عملية التعقيم cooking or sterilization مكانة هامة في صناعة التعليب . ولا تعقم المعلبات تعقيماً بكتريولوجياً ، إذ لا تصل المعاملة الحرارية الى حد قتل جميع الأحياء الدقيقة في المادة الغذائية بل تتخلف بعض الأحياء المقاومة للحرارة thermophiles or heat-resistant aerobes ونسبتها لا تنمو بعد التعقيم بسبب عدم ملائمة الظروف لنموها ، وهذه الأحياء يمكن إبادتها بالمعاملة الحرارية تحت ضغط مرتفع pressure cooking . وليس مرغوباً تجاوز الظروف المناسبة للمعاملة الحرارية overcooking لأن هذا يتلف صفات المادة الغذائية . ويدهى أن العبوات يجب قفلها بإحكام لمنع إعادة التلوث بالأحياء الدقيقة عقب إتمام التعقيم . وتفيد المعاملة الحرارية في جعل المنتجات أقل عرضة للفساد بفعل الأحياء الدقيقة ، كما قد تتحسن النكهة والقوام واللون في بعض الخضروات .

ويتوقف اختيار درجة حرارة ومدة التعقيم على صفات المادة المراد تعقيمها . فعصير الفاكهة الحمضي يعقم على درجة ١٥٠-١٨٥° فهرنيت ، أي على درجة حرارة أقل من درجة غليان الماء ، بينما الخضروات قليلة الحموضة تتطلب التسخين على درجة ٢١٢° فهرنيت لمدة تتراوح بين ثلاث وعشر ساعات إذا أريد إبادة جراثيم الأحياء الدقيقة . وفي اللحوم ينصح بالتسخين على درجة ٢١٢° فهرنيت لمدة ساعة وتترك العبوات لمدة ٢٤ ساعة ثم يكرر ذلك مرتين ، فهذا يعطي نتائج أفضل من وجبة إبادة الأحياء الدقيقة بالرغم من أنه لا يبيد ميكروب الكلوستريديوم بوتولينم . ومن المفيد أحياناً تحميض اللحوم أو الخضروات بعصير الليمون أو الخل أو حامض الستريك أو حامض أنطرويك لتسهيل عملية التعقيم . كذلك ينصح بإطالة مدة المعاملة الحرارية بمعدل دقيقتين كلما انخفضت درجة حرارة المعاملة عن ٢١٢° فهرنيت بمعدل درجة واحدة . ولسهولة الحساب يمكن اعتبار وزن المادة المعبأة في العلب يقابل وزناً مماثلاً من

الماء نظرا لتساوى الحرارة النوعية لكل من الماء والخضروات أو الفاكهة تقريبا .

والتعقيم يجري في الأوتوكلاف الذى يلزم احتواؤه على ضابط أوتوماتيكي للحرارة ، وترموتر ، وفتحة للتنوية قطرها $\frac{1}{8}$ بوصة على الأقل تظل مفتوحة طيلة فترة رفع درجة الحرارة الى الحد المطلوب ، ومواسير لدخول البخار، وفتحة سفلية للتصريف . ويجب ترك بعض الفتحات والصمامات شبه المفتوحة بفتحة ضئيلة طيلة العملية ليستمر سريان البخار ، بالرغم من أن هذا يعنى استخدام نسبة زائدة من البخار . وأشهر طرق تسخين المعقمات هي طريقة البخار، وطريقة البخار وإنهواء، وطريقة الماء وإنهواء، وكلا الطريقتان الأخيرتان تستعملان للمبوات الزجاجية ، حيث تغمر المبوات الزجاجية في الماء داخل الأوتوكلاف ويسخن الماء بالبخار ويمرر الهواء الساخن للتقليب ولأحداث ضغط يساعد على بقاء الغطاءات في مواضعها .

وانواع المعقمات متعددة ، فمنها النوع المستمر continuous variable discharge type الذى يسخن بالبخار الحى المباشر أو يوضع به ماء يشغل ثلاثة أرباع الحيز ويغلى العلب جميعها ويسخن ، ومنها الأنواع التى تعمل تحت ضغط سواء بدون تقليب وبطريقة غير مستمرة discontinuous non agitating pressure cookers أو بأجراء تقليب discontinuous agitating pressure cookers أو التى تعمل أوتوماتيكيا automatic pressure cookers أو بطريقة مستمرة continuous cooker ، بالإضافة الى الأنواع العادية open cookers التى تعمل على درجة ١٢٠° فهرنهايت تحت ضغط يساوى الضغط الجوى . ومعقمات الضغط قد تكون رأسية أو أفقية ، وتمتاز الأفقية بوجود باب بين قوين أحدهما لإدخال المادة المعبأة فى سلة مثقبة بسهولة والثانى خروج العلب بعد التعقيم .

والجدول التالى يوضح درجة حرارة ومدة التعقيم المناسبة لبعض

الأطعمة المعبأة في علب صفيح تمر ٢٧٪ عند تعقيمها في أوتوكلاف عادي بدون تقليل :

الطعام	المدة ق	درجة الحرارة °ف
تفاح	٢٠-٨	٢١٢
مشمش	١٥-٤	٢١٢
أسبرجس	٢٠	٢٤٠
أسبرجس	٣٠	٢٣٥
فاصوليا ليما	٤٥-٢٠	٢٥٠-٢٤٠
فاصوليا خضراء	٣٥-٣٠	٢٤٠
بنجر	٤٠-٢٥	٢٤٠
كرنب	٤٠-٢٥	٢٥٠-٢٤٠
جزر	٣٥-٣٠	٢٤٠
قنبيط	٢٥-٢٠	٢٥٠-٢٤٠
كرسي	٣٠-٢٥	٢٤٠
كريز	٢٥-١٢	٢١٢
ذرة	٩٠-٧٠	٢٥٠-٢٤٥
تين	١١٠	٢١٢
عنب	١٢	٢١٢
جريب فروت	٣٠-٢٠	١٩٠-١٨٠
عيش القرباب	...	٢٣٥-٢٣٠
برتقال	...	١٨٥
باميا	١٧	٢٤٠
خوخ	٤٠-١٥	٢١٢
كشري	٢٥-١٢	٢١٢
بسلة	٣٥	٢٤٠
أناناس	١٠	٢١٢

الطعام	المدّة	درجة الحرارة في
برقوق	١٤-٧	٢١٢
بطاطس	٤٥-٣٠	٢٤٠
قرع عسل	٩٠	٢٥٠
روبارب	١٣	٢١٢
سبانخ	٥٠	٢٥٢
شليك	٩٥	٢١٢
طماطم	١٥-١٠	٢٣٠
طماطم	٣٥-٣٠	٢١٢
كوكتيل فواكه	٠٠٠	٢١٢-٢١٠
فاكهة مهروسة	٢٠-١٠	٢١٢
زيتون	٦٠	٢٤٠
عصير فاكهة	٢٠	١٧٥
عصير فاكهة	٣٠	١٤٩
عصير فاكهة	نوان	١٨٥-١٨٠

عملية التبريد التدريجي :

عقب تعقيم العبوات الزجاجية لا يتيسر تبريدها تبريداً مفاجئاً بالماء البارد لأن هذا يسبب كسر الزجاج ، كما أنه لا يتصح بإزالة الضغط دفعة واحدة لأن هذا يسبب انطلاق الأنفجارات بتأثير الضغط داخل العبوات . لذلك يفضل التبريد بماء تدريجياً بفتح اللبوء فيه من أسفل فيرتفع الى أعلى مسبباً خفض درجة الحرارة ومنع تكوين طبقات من الماء ذات درجات حرارة متباينة . وتعرف هذه العملية بالتبريد التدريجي **tempering**

أما التبريد المباشر **cooling** فيجرى على العلب عقب تعقيمها

مباشرة لمنع استمرار تأثير الحرارة على المادة الغذائية وللحفاظ على اللون والبريق والقوام والنكهة . ويجرى التبريد بماء نقي محتواه من الأحياء الدقيقة قليل ، وقد يضاف الكلور إلى الماء زيادة في الحرص حتى لا يحدث تلوث لمحتويات بعض العلب التي قد يفتح الغطاء فيها تحت تأثير الضغط ويعود فيقلل أثناء التبريد ، إلا أن الكلور يساعد في حدوث الصلابة بجدران العلب . ويجرى تبريد العلب عادة إلى درجة ١١٠ - ١١٥ ° فهرنهايت بطريقتين : الفهر في الماء البارد أو بطريقة الرذاذ . والشائع هو أن يوقف البخار عقب انتهاء التعقيم ويمرر هواء في الأوتوكلاف لرفع الضغط إلى ما كان عليه أثناء التعقيم وادخال الماء البارد ليبرد العلب جميعها ، ويحافظ على الضغط طول مدة التبريد ، وأخيراً يفتح الأوتوكلاف لسحب العلب ، وتعرف هذه الطريقة باسم طريقة الوجبات batch type . أما الطريقة المستمرة continuous type للتبريد فمستخدمة في الأجهزة الأوتوماتيكية .

عملية البسترة :

تختلف البسترة pasteurization عن التعقيم فهي تعني تعريض المادة الغذائية لدرجة حرارة تكفي لإبادة عدد كبير من الأحياء الدقيقة ولكنها لا تبني جميع الأحياء . فالخمائر yeasts تهلك بالحرارة على ١٤٠ - ١٥٠ ° فهرنهايت خلال بضعة دقائق ، وجراثيم الفطر المقاومة للحرارة تهلك بالتسخين على درجة ١٧٥ ° فهرنهايت لمدة عشرين دقيقة . لذلك يستمر عصر الفاكهة الحمضى على درجة ١٦٠ - ١٦٥ ° فهرنهايت ، والعصير المضاف إليه ثاني أكسيد كربون يستمر على درجة ١٥٠ ° فهرنهايت لمدة نصف ساعة .

ونجرى البسترة بطريقة الوجبات أو بالطريقة المستمرة . ففي الطريقة المستمرة يمر العصير داخل أنابيب معدنية مسخنة بالبخار أو بالماء الساخن ، مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ أو من النحاس

المبطن بالفضة أو من الألومنيوم . أما طريقة الرجبات فتعنى وضع المواد الغذائية داخل تانكات مزدوجة الجدران مسخنة البخار أو ذات مواشير يمر بها بخار التسخين ، وهي طريقة يؤخذ عليها البطء والتأثير على النكهة واللون وتعرض المادة للاكسدة . وفي بعض المصانع تجرى البسترة بالطريقة الكهربائية حيث توضع المادة الغذائية بين قطبين من الكربون يمر بينهما تيار كهربائي لتسخين المادة . ومن أحدث طرق البسترة الطريقة المخاطفة *flash* ، وفيها تدخل المادة الغذائية الى القسم الأول من الجهاز فتسخن قليلا ثم تنتقل الى القسم الثاني المسخن بالبخار أو بماء الساخن الى درجة ١٨٠ - ١٨٥ ° فهرنهايت وتخرق هذا القسم خلال ثوان معدودة بعدها تمر الى القسم الثالث لتبريدها بالماء الذي ترتفع درجة حرارته وبذلك يمكن استخدامه في تسخين المادة في القسم الأول من الجهاز . وتمتاز هذه الطريقة المخاطفة بعدم اتلاف نكهة المادة الغذائية بسبب قصر فترة التسخين على درجة حرارة مرتفعة نسبيا ، وكذلك عدم تعرض المادة الغذائية للاكسدة .

والبسترة تفيد في إيقاف نشاط بعض الانزيمات فيمنع تأثيرها غير المرغوب .

عملية التحميص :

تحميص *roasted* بعض أنواع النقل والبذور لتحسين نكهتها ، ويستفاد من حرارة التحميص في قتل الانزيمات والفطريات والخمائر وكذلك في خفض نسبة الرطوبة . والمحاصيل المنتشرة في التصنيع الغذائي تسخن عادة باللهب المباشر أو بالهواء الساخن . ففي الطريقة الأخيرة يسخن الهواء ويدفع على المواد الغذائية مباشرة ، ويستمر ذلك مدة تناسب طبيعة وكمية المواد الغذائية وهي حوالى ٣٠ - ٤٠ دقيقة لكل ٣٠٠ رطل ، مع مراعاة التقليب طوال الوقت ، وأخيرا تبرد المادة الغذائية مع اجراء سحب الهواء بقصد اسراع عملية التبريد . وفي

طريقة التسخين بلهب مباشر توضع المادة الغذائية داخل اسطوانة تدور حول نفسها ومعرضة للهب ، مع مراعاة وجود فتحات في الاسطوانة لخروج ابخرة الرطوبة .

عمليات التبريد والتجميد :

تستخدم الثلاجات refrigerators لحفظ بعض المنتجات الغذائية حفظاً مؤقتاً حتى يتيسر تصريفها . وتحسب قدرة هذه الثلاجات بوحدة طن التبريد ton refrigeration التي توازي ازالة ٢٨٨٠٠٠ وحدة حرارة بريطانية B.t.u. يوميا أو ٢٠٠ وحدة حرارة بريطانية في الدقيقة . ويجب في تشغيل هذه الثلاجات مراقبة درجة حرارة الامان ودرجة رطوبة الامان وجودة التهوية وتركيب الهواء المحيط بالمنتجات وتحاشي اكتساب المنتجات لرائحة غريبة . فدرجة حرارة الامان safe temperature هي درجة الحرارة التي يتجاوزها ارتفاعاً تنشط البكتريا المسببة لفساد المنتجات الغذائية ، وهي درجة تتفاوت تبعا لطبيعة المواد الغذائية وتركيب الثلاجة . ودرجة رطوبة الامان safe humidity هي نسبة الرطوبة التي يتعدى على الفطر النمو عندها او على نسبة أكثر انخفاضاً منها ، على أن تكون هذه النسبة مرتفعة بالقدر الذي يقي المواد الغذائية من التعرض للجفاف الملاحظ . وتتفاوت درجة رطوبة الامان تبعا لنوع الاحياء الدقيقة . كما أنها تكون أكثر ارتفاعاً في الهواء المضاف اليه ثاني أكسيد كربون بنسبة عشرة في المائة . وتعتبر التهوية ventilation الجيدة من مستلزمات التبريد الجيد ، فهي تساعد في توزيع درجات الحرارة بانتظام في كافة أنحاء غرفة التبريد كما تمنع نمو الفطريات . وتجرى التهوية صناعياً بمرار الهواء داخل غرفة التبريد في نظام دائري ، مع مراعاة دفعه خلال مواد تمتص الروائح . ومن الممكن امرار الهواء الجوي الى الثلاجة ثم طرده خارجها غير أن هذا يعتبر مكلفاً حيث يلزم رفع قدرة الثلاجة لمعالجة حلول الهواء الجوي الدافئ محل الهواء البارد المطرود من

التلاجة • وتفيد التهوية أيضا في التخلص من غاز ثنائي أكسيد الكربون الذي ينبعث من المواد الغذائية في عملية التنفس والذي يتلف بعض الفواكه • وللمساعدة على جودة التهوية يجب تنظيم وضع مجموعات العبريات داخل غرف التبريد • وتفيد التهوية أيضا في منع اكتساب الأطعمة لروائح غريبة • وبالنسبة لثاني أكسيد الكربون بالذات فإزالته في عملية التهوية تفيد لوقاية بعض الفواكه كالتفاح ، غير أن بقاءه مرغوب في حالة بعض الأطعمة المبردة مثل اللحوم حيث يفيد من الإصابة بالفطريات التي نجاها المحم على درجة ٣٢° فهرنيت ، وبارتفاع نسبة الغاز في جو التلاجة إلى ١٥٪ يتمتع ظهور التزنخ لمدة خمسين يوما على الأقل بسبب إيقاف تحليل النسيج الضام ، فإذا ما بلغت النسبة ٤٠٪ توقف تأثير البكتريا على اللحم تماما ، إلا أن ارتفاع نسبة الغاز عن ٢٠٪ يفقد اللحوم بريقها ويبيض لون الدهن وتكتسب الفضلات لون بنيًا بسبب ازدياد تكوين الميثيموجلوبين methemoglobin في كل من الفضلات والدهن • وقد لوحظ أن ارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون في جو غرفة التبريد عن ١٠٪ يسبب تلف التفاح بظهور الحالة المعروفة باسم brown heart

وتجميد الأطعمة أصبح من الطرق الشائعة لحفظ الأطعمة . وفي حالة الحفظ بالتجميد freezing preservation يطلق على المنتجات المجمدة الاسم frozen pack أحيانا . وتمتاز طريقة التجميد بالحفاظ على صفات الأطعمة الطازجة بدرجة أكبر مقارنة بطرق الحفظ الأخرى • وليس لدرجة الحرارة المنخفضة تأثير متلف على صفات الأطعمة إلا أن تكون بللورات ثلجية في أنسجة المادة إنسياء تجميدعا يؤثر في صفات هذه المادة • فعندما تتكون بللورات ثلجية في الفراغات البينية بأنسجة المادة النباتية يصبح تركيز المواد الذائبة في السائل المتبقى على حالة سائلة مرتفعا كما يرتفع تركيز أيونات الأيونات وهما الارتفاع في التركيز يصحبه انتقال السائل من داخل الخلايا إلى الفراغات البينية بتأثير اختلاف الضغط الاسموزي ؛ إلا أن الماء الذي يخرج من الخلايا يتجمد بدوره وبذلك يؤدي إلى تكوين البللورات الثلجية ويترتب

على ذلك موت الخلايا • ويؤدي أن خروج السائل من الخلايا يؤدي إلى تغيير في الحالة الغروية للبروتوبلازم وبالتالي إلى تغيير في تركيب ووظائف الخلية ، ومن هذه التغييرات ترسيب بعض البروتينات في البروتوبلازم وانكماش حجم الخلية وتغيير شكلها • ولذلك فالأطعمة ذات الخلايا سميكة الجدران تبدو بعد التجميد أقل تغييراً في شكلها من الأطعمة ذات الجدران الرقيقة • وكذلك المواد النشوية يكون التغير في شكلها أقل منه في الأطعمة غير النشوية نظراً لأن النشا يساعد في الحفاظ على قوامها •

والتجميد قد يجري بسرعة أو ببطء ، إلا أنه في حالة التجميد البطيء يكون حجم البلورات الثلجية المتكونة كبيراً مما يزيد من قدرتها على تمهيش جدر الخلايا وبذلك يزداد مقدار الفقد في الألبومين والاملاح من الخلايا ، كما تنخفض مقدرة الخلايا المشمة على إعادة امتصاص السائل المنفصل منها أثناء عملية الصهر thawing • وعموماً يلاحظ أن التجميد البطيء للأطعمة يؤثر في نكهتها وقوامها ومظهرها وقيمتها الغذائية ، ويكون التأثير أكثر أهمية في الأطعمة الحيوانية عنه في الأطعمة النباتية • ولذلك يعتقد أن التجميد السريع أفضل من التجميد البطيء • وعكس ذلك هو الأصح بالنسبة لعملية صهر الأطعمة المجمدة ، فالصهر البطيء يساعد الحالة الغروية ، أي الجل gel أو السول sol ، على إعادة امتصاص الماء الناتج من انصهار البلورات الثلجية • وتناثر كمية السائل drip المنفصلة من الأطعمة المجمدة أثناء صهرها بتركيب السائل المحيط بالمادة الغذائية أيضاً • ويطلق الاصطلاح drip loss على مقدار الفقد في وزن المادة الغذائية نتيجة لتسرب السائل dripping away من عصير الخلايا أثناء الانصهار خلال أربع وعشرين ساعة • فنسبة الفاقد بالسليولة حوالي ١٩.٤ - ٤٤.٢٪ في الشليك ٢٠ - ١٣.٦٪ في المشمش ، ٨.٤ في البسلة ، ١٠.٣٪ في التفاح ، ٢٣.٤٪ في الأسبرجس ، وتنخفض نسبة الفاقد عند تجميد بعض الأطعمة بالثلج الجاف dry ice أي على درجة - ٧٨ ° فهرنهايت ، فتصبح النسبة صفراً لشرائح التفاح •

٤٥٪ للبسلة ، ١٩٢٪ للاسبرجس ، ٢٩٧٪ للشليك • أما الخضروات التي تسلق وتعبأ في محلول ملحي قبل تجميدها فيزداد وزنها أثناء عملية انصهارها •

ويراعى عند تجميد بعض الأطعمة المعبأة ألا تملأ العبوات حتى نهايتها منعا من تعرضها للانفجار بتأثير ازدياد الحجم الناشئ عن التجمد . ويقل احتمال حدوث الانفجار عند التعبئة في محلول سكرى ، إذ أن زيادة الحجم في هذه الحالة تكون ضئيلة في حدود ٨٦٪ للماء ، ٨٢٪ للمحلول السكرى تركيز عشريين في المائة ، ٥٢٪ للمحلول السكرى تركيز أربعين في المائة . ٩٣٪ للشراب السكرى تركيز خمسين في المائة ، صفر٪ للشراب السكرى تركيز ٦٠٪ •

ومن أهم تأثيرات عملية التجميد على صفات الأطعمة ان التجميد يجعل الخلايا منفذة للانزيمات ، وهذه الانزيمات تساعد على تغيير لون الأطعمة المجمدة عند تعريضها للجو تحت تأثير الاوكسجين الجوي والانزيمات الأوكسيديز ، ويكون التغيير في الرائحة والنكهة واللون أكثر وضوحا في الخضروات التي لم تسلق قبل تجميدها عنه في الخضروات المسلوقة • ولهذا فعادة يختبر لوجود انزيم الكتاليز في الخضروات للتعرف على كفاءة عملية السلق • والانزيمات البكتينية تحلل بكتين بعض الأطعمة ، والانفرتيز يحلل سكروز الأطعمة وسكروز المحنول المحيط بالأطعمة أثناء وبعد عملية الصهر •

وعندما تعبأ الأطعمة المجمدة في أوان محكمة القفل ، خصوصا تحت تبريد ، تنخفض سرعة التفاعلات الانزيمية والكيميائية في الأطعمة بدرجة ملحوظة • وتفضل علب الصفيح المظلمة بالانامل لتعبئة الأطعمة الملونة • والشائع هو تعبئة الأطعمة المجمدة المضاف اليها محلول سكرى أو ملحي في علب كرتون مغطاة بالبارافين لحقة وزنها وانخفاض ثمنها وسهولة الحصول عليها ، الا أن هذه العبوات تسمح بحدوث الأكسدة في

الاطعمة واكتسابها لونا ورائحة . أما بعض الخضروات ، كالبسلة ، فيمكن تجميدها في الهواء ثم تعبئتها في صناديق من الورق مبطنه بورق شمع wax paper وتقل الصناديق وتخزن على درجة ١٥° فهرنيت . وأحيانا تعبأ الاطعمة المجمدة في عبوات زجاجية ، الا ان هذا ليس مرغوبا فيه بسبب ازدياد التكاليف وصعوبة التداول ونقل الوزن .

وعمليتا التبريد والتجميد يصحبهما فقد في الحرارة من المادة الغذائية بطريق التوصيل فقط وبسرعة أبدا من سرعة انتقال الحرارة خلال المادة في حالة التسخين . وتزداد سرعة التبريد بمعدل خمسين مرة عندما يستخدم الثلج الجاف في التبريد ، على درجة - ١١٠° فهرنيت بدلا من التبريد في الهواء على درجة - ٢° فهرنيت ، كما تقصر مدة التجميد freezing period وهي المدة التي تظل خلالها درجة الحرارة ثابتة طيلة فترة تكوين الثلج بعدها .

وانتجيد يعتبر من طرق الحفظ المناسبة للكريز والمانجو والسبانخ والفاصوليا الخضراء والبسلة ، لكنه ليس شائعا في حفظ الموز والموالح والكمثرى والخوخ والتفاح والماناس والطماطم ، فهذه الأخيرة يفضل المستهلكون الحصول عليها معلبة .

والمعدات المستخدمة في التجميد أهمها وحدات الامتصاص compressors ، والمكابس absorption refrigerator or machine ، والكثفات condensers والتبخير evaporators ، وتانكات التبريد الأولى forecooling tanks ، ووحدات التبريد تحت تبريد vacuum refrigeration . فوحدة الامتصاص مبلرة عن حيز chamber يعرف باسم المولد generator مزود بمواسير التسخين البخار ويحتوي على محلول مائي للأمونيا ، فعندما يسخن المحلول يبدأ التبخر وتتصاعد أبخرة الأمونيا راسيا في حيز به مجموعة من الصواني المصنوعة من الحديد حيث تتكثف قطرات المياه المترجئة بغاز

الامونيا وتتساقط في المحلول المائي ثانية بينما تمر أبخرة الامونيا في
 عمود rectifier يفصل منها ما تبقى من الماء ، وبلى ذلك
 تكثيف غاز الامونيا اللامائي بواسطة مكثف ومرار السائل بواسطة
 صمام منظم الى حيز التبخير حيث تتبخر الامونيا ثانية نتيجة للخلص
 من الضغط ، وهذا التبخر يصحبه امتصاص الغاز للحرارة ، أى يصحبه
 برودة الوسط المحيط ، وأخيرا يمتص غاز الامونيا في الماء ويدفع المحلول
 المائي بواسطة مضخة الى المولد . والكباس عبارة عن ماكينة تبريد
 تستنفذ الحرارة الممتصة أثناء تمدد غاز التبريد مثل ثاني أكسيد الكبريت
 أو كلوريد الميثايل أو ثاني كلوروثاني فلورو ميثان المعروف باسم
 الفريون . والمكثف يؤدي عمل تبادل الحرارة ، فهو ينقل الحرارة الناتجة
 عن تكثف الغاز الى سائل التبريد ، ولهذا يصنع المكثف من مادة جيدة
 التوصيل للحرارة ويمرر به الماء بسرعة كبيرة في اتجاه مضاد لاتجاه
 الغاز . وأشهر أنواع المكثفات هي الغاطس submerged والمفتوح
 open وذو الأنبوبتين double pipe وذو الضلاف والانبوبة
 shell and tube . والمبخر هو الجزء الذى يتم فيه التبريد ، ففي
 أجهزة التمدد المباشر direct expansion تحاط الفرفة أو الحيز أو
 الجهاز المراد تبريده بمواسر يتبخر فيها سائل التبريد فتتخفض
 درجة حرارة الأنابيب وما يلامسها ، كما تتكثف رطوبة جو الفرفة في
 صورة برد أو ثلج على الأنابيب ولذا يلزم ازالة هذا البرد من وقت لآخر
 لأنه يقلل من كفاءة التبريد . أما مبخر المحلول الملحي brine cooler
 فعباره عن مجموعة انابيب مبردة مقامة في تانك يمر خلاله محلول ملحي
 بصفة مستمرة ، فالمحلول يبرد بلامسته الأنابيب المبردة وهذا المحلول
 البارد يمروره في الحيز المراد تبريده وتنخفض درجة حرارة الجو المحيط
 بالانابيب . وفي بعض النظم يعكس الوضع السابق حيث يمرر المحلول
 الملحي في الانابيب بينما يتبخر سائل التبريد في الجو المحيط بالانابيب .
 وتانكات التبريد الاولى شائعة الاستخدام في مصانع الثلج ، وهي عبارة
 عن تانكات ممزولة الجدران والقاع والغطاء ويمر بها مواسير التبريد التى
 يمر خلالها غاز سائل التبريد أثناء عودته من دورته فيسبب ذلك تبريد

الماء المعد لصناعة الثلج المخزون في هذا التانك ، وهذا يوفر نفقات صناعة الثلج . وتحتوي مآينات التبريد أيضا على خزان لسائل التبريد liquid receiver بحجم مناسب وهو يستبقى القدر الزائد من سائل التبريد ويضمن مرور السائل المتكثف فقط خلال الصمام المنظم ويغني عن امداد الجهاز بمزيد من سائل التبريد من آن لآخر ويحتفظ بسائل التبريد في حالة إيقاف عمل الجهاز للإصلاح . وفي التبريد تحت تفريغ يخفض الضغط في وحدة التبخير الى حد يقل عن مقدار الضغط البخاري للسائل فيسبب ذلك غليان السائل ويستمر التبخير حتى يصل الانخفاض في درجة الحرارة الى نقطة عندها يتساوى الضغط البخاري المنخفض مع الضغط في المبخر .

ومواد التبريد refrigerants متعددة ، ومنها الامونيا وثاني أكسيد الكربون والمحلول المالحى . والمواد العازلة insulating materials تؤثر بوضوح في كفاءة أجهزة التبريد . وأفضل طرق العزل هي الفراغ vacuum ويليهما الفساز الحامل ثم المواد رديئة التوصيل للحرارة كالأسبستوس asbestos والفلين cork board والمطاط rubber ولب الخشب والصوف الزجاجي glass wool واللباد felt والحرسانة cellular concrete

والطرق المستخدمة في التجميد متعددة . ففي طريقة Fresh-N-Ice للتجميد البطيء slow freezing توضع المواد الغذائية المراد تجميدها في محلول ملحي داخل تانكات على درجة حرارة ٨ - ١٠° فهرنهايت فتجيد المادة خلال ٦ - ٢٤ ساعة . وفي طريقة Bryan يستخدم الثلج الجاف dry ice لتجميد اللحوم على درجة - ٣٥° فهرنهايت ، وبعدها تغلف اللحوم المجمدة بالسلفون وتعبأ في صناديق كرتون مشمعة ، ويكفى رطل من الثلج الجاف لتجميد أربعة أرطال من اللحم البقري أو ستة أرطال من لحم الخنزير . وفي طريقة Hoveman توضع المادة الغذائية في مسلفون أو مطاط وتقرش بسائل التبريد .

وفي طريقة Crider-iced method تجمسد المادة الغذائية من الداخل للخارج بواسطة سائل التبريد الذي يمرر في أنابيب ورقية خلال المادة الغذائية ، وهي طريقة تناسب الدواجن . وفي طريقة الغير المباشر Direct immersion تغمس الأسماك النسيئة في محلول ملحي على درجة ٥٤ فهرنهايت وتغطى بطبقة رقيقة glazed قبل تخزينها على درجة ٤ - ٥٢٢ فهرنهايت ، مع مراعاة الأسراع في تجمسد الأسماك النسيئة وغسلها لمنع بقاء الملح بها فتتخلل التخزين لمدة طويلة ، إذ إن الملح يساعد في نشاط الانزيمات المحللة لبعض مكونات الأسماك ، وقد لوحظ أن هذه الأسماك يمكن تخزينها لمدة أربعة شهور على درجة ٥١٩ فهرنهايت بينما تجمسدها دون ملامسة الملح يجعل تخزينها ممكناً لمدة ستة أشهر على نفس درجة الحرارة . وفي طريقة Cold Pack تعبأ الفواكه في براميل كبيرة سعة خمسين جالونا ويضاف أو لا يضاف إليها السكر وتترك على درجة ٥١٤ فهرنهايت بشرط أن تكون الخضروات والفواكه قد سقلت أو غليت بعض الوقت في شراب سكري أو في الماء . وطريقة التجمسد السريع Cold air or sharp freezing لها مزاياها السابق شرحها في الجزء الثالث . وطريقة Ottesen تشبه طريقة القسم المباشر السابق ذكرها ، وهي مستخدمة في تجمسد الأسماك ، فيغمس السمك في محلول ملحي درجة حرارته ٥٢٢٢ فهرنهايت لتجميده في وقت قصير ، ومن عيوب هذه الطريقة أنها تزيل طبقة الميوسيلاج mucilage الواقية للأسماك . وفي طريقة Cook توضع المواد الغذائية على رفوف داخل صندوق معدني صغير مثقب الجدران ينفذ خلاله المحلول الملحي الذي درجة حرارته - ٥٢٥ فهرنهايت ، فتتجمد المادة خلال خمسين دقيقة . وفي طريقة Kolbe تستمر المادة الغذائية طافية في مسار حلزوني داخل المحلول الملحي بسرعة محددة بحيث يتم التجمسد عند وصول المادة إلى نقطة خسروها من التانك ، ويستغرق ذلك حوالي ٤٥ دقيقة . وفي طريقة Bloom's cold air method تستخدم سطوح كاذبة false ceilings يعلوها رشاشات المحلول

الملحي البارد فعندما يرد الهواء الملامس للرشاشات يتجه الى أسفل مارا في مجموعة ممرات في السطح ويتصق الحرارة من المواد الغذائية الموضوعة أسفل هذا السطح ، أما الهواء الساخن فيرتفع لأعلى مارا خلال مجموعة أخرى من الممرات حيث يتعرض لرذاذ المحلول الملحي البارد فيبرد ويعود للهبوط مرة أخرى . وفي طريقة Birdseye يستخدم شريطان معدنيان يتحركان داخل نفق مبرد لدرجة -50° فهرنهايت بواسطة محلول كلوريد كالسيوم ، والشريطان belts يتحركان في نفس الاتجاه وينفس السرعة وأحدهما يعلو الآخر بمسافة ثلاث أو أربع بوصات ، وهي المسافة التي توضع فيها المواد الغذائية لتتجمد بسرعة خلال رحلتها من البداية الى فتحة الخروج . وطريقة Zarotschenzeffs fog system تشبه طريقة Hoveman . وفيها تعرض المادة الغذائية لرذاذ المحلول الملحي البارد ، غير أن الطريقة تمتاز بسهولة تجميد المواد ذات الأشكال والأحجام المتباينة . وفي طريقة Smedley's package method تفصل الخضروات وتقسّم وتدرج وتقطع وتعبأ في أكياس سيلولان وترمي الأكياس داخل صناديق مشمعة ، وتعرض هذه الصناديق لدرجة حرارة بالغة الانخفاض . وفي طريقة polyphase or flash process تمر الفاكهة اللينة بواسطة ناقل بريعى خلال محلول التجميد بسرعة بطيئة فيتجمد الفاكهة . والمحلول المستخدم في هذه الطريقة درجة حرارته تقل عن الصفر الفهرنهيى ولزوجته منخفضة تقرب من -500° سينتيغراد على درجة خمسة فهرنهايت ، ويحتوى على ٥٧٪ جوامد كلية كسكريات ، منها حوالى ١٠٪ سكروز ، ٥٤٪ ليفولوز ، ٣٦٪ دكستروز . ويتبقى على سطح الفاكهة حوالى ١٪ من الشراب السكرى ، وتزال الزيادة بواسطة الطرد المركزى . وفي طريقة Haslachler's package method تجهز الأطعمة بالوسائل التي تصدها للتعليب أو التعبئة في علب كرتون ، وتغطي الفواكه بشراب سكرى ، وتغطي الخضروات بمحلول ملحي أو بالماء ، وترص العبوات في اسطوانات معدنية طويلة وتوضع في المحلول الملحي داخل تانك على درجة -91° فهرنهايت وتقلب ، وبعد التجميد توضع

الاسطوانات في ماء لصهر المحيط وتسهيل انفصال العبوات من الاسطوانات المعدنية ويستغرق ذلك بضع دقائق .

وتتطلب عمليات التبريد ضبط درجة الحرارة ، ولذلك تستخدم ترمومترات متعددة الانواع ، منها ترمومتر الصلب mercury steel thermometer الشبيه بترمومتر الزجاج من وجهة ناس استعماله ، والترمومتر الكهربائي electrical thermometer المبني عمله على أساس العلاقة بين اختلاف درجات الحرارة وبين مقدار مقاومة المعدن لسريان التيار الكهربائي . وقد تستخدم وحدات تسجيل التغير في درجات الحرارة recording devices

عمليات التجفيف :

تجفف بعض الأطعمة شمسيا أو صناعيا لاطالة فترة حفظها ولتقليل حجمها ووزنها وتقلات شحنها وتخزينها وتعبئتها . فالطن من الحوخ بعد تمليه وتميته يصبح وزنه ٢٨٠٠ رطلا ، بينما اذا جفف هذا الطن أصبح وزنه ٣٥٠ رطلا فقط . وطن البسلة بعد تمليه وتميته يصبح وزنه ٤٣٠٠ رطلا ، بينما التجفيف يعطي ناتجا وزنه ٣٥٠ رطلا فقط . ويعلل انخفاض وزن المنتجات المجففة باستبعاد وزن العلب وبخفض نسبة الرطوبة في الأطعمة ، وهي نسبة عادة تكون مرتفعة جدا في الأطعمة الطازجة اذ تصل الى ٨٥ ٪ في التفاح والمشمش ، ٩٤ ٪ في الاسبرجس ، ٧٥ ٪ في الموز ، ٨٩ ٪ في الفاصوليا الخضراء ، ٧٦ ٪ في اللحم البقري ، ٩٢ ٪ في الكرنب ، ٨٨ ٪ في الجزر ، ٩٥ ٪ في الكرفس ، ٨١ ٪ في الكريز ، ٩٦ ٪ في الخيار ، ٧٠ ٪ في البيض ، ٧٩ ٪ في التين ، ٦٨ ٪ في السيك ، ٧٧ ٪ في العنب ، ٨٩ ٪ في الليمون ، ٩٤ ٪ في الخس ، ٨٧ ٪ في اللبن ، ٨٧ ٪ في البصل والبرتقال ، ٨٩ ٪ في الحوخ ، ٨١ ٪ في الكمثرى ، ٧٥ ٪ في البسلة ، ٨٩ ٪ في الأناناس ، ٧٨ ٪ في البرقوق ، ٧٧ ٪ في البطاطس ، ٩٠ ٪ في الشليك ، ٩٤ ٪ في الطماطم .

٩٢ ٪ في البطيخ • وأهم ما يراعى فى عمليات التجفيف هو تقليل التأثير على لون وقوام ونكهة الأطعمة •

وأبسط طرق التجفيف هو التجفيف الشمسى sun drying وفيه تعرض الثمار السليمة أو المجزأة لحرارة الشمس حتى تفقد ثلثي كمية الرطوبة المراد تبخيرها، ثم تكوم الصواني المحتوية على هذه الثمار وتترك حتى تمام الجفاف مع ضمان جودة التهوية بين الصواني ، وبلى ذلك فرز الثمار وتخزينها فى حجرات أو تكوم على أرضية من الخشب أو الخرسانة وتترك لتتجانس رطوبتها وحلاوتها وليونة أنسجتها sweating وبعض الفواكه كالعنب يلزم تقليبيها بصد حوالى خمسة أيام من بدء التجفيف ثم تستكمل عملية التجفيف •

والثمار المجففة صناعيا تفضل فى صفاتها تلك المجففة شمسيا خصوصا من جهات اللون والنكهة والنظافة • والتجفيف الصناعى وان كان يتكلف أكثر من التجفيف الشمسى ، الا أن الأول يشغل مساحة أصغر •

ويجرى التجفيف الصناعى فى الهواء أو فى البخار superheated steam أو فى الفراغ in vacuo أو فى الغاز الخامل inert gas أو بالحرارة مباشرة • ويمتاز التجفيف بالهواء air drying بقلّة التكاليف وبعدم فقد المصير من المادة الغذائية بفضل التجفيف التامرجى وبضالة التغير فى اللون • ولتبخير رطل واحد من رطوبة المادة الغذائية يلزم ألف وحدة حرارة بريطانية ، كما أن إزالة رطل واحد من بخار الماء تحتاج الى ٢٣٥ قدما مكعبا من الهواء على درجة ٩١٠ فهرنهايت ، ولخفض درجة حرارة الهواء داخل المجفف بمقدار أربعين درجة يلزم ١٧٥٠ قدما مكعبا من الهواء لاعطاء هذا القدر من الحرارة • وكلما كان الهواء أكثر جفافا عند دخوله المجفف كلما زادت قدرته على إزالة بخار الماء ، بينما يلاحظ أن إعادة استخدام الهواء تكون أكثر اقتصادا نظرا لأن الهواء الجاف يحتاج الى ضعف كمية الحرارة التى تلزم لتسخين الهواء الرطب

الذي سبق استخدامه في التجفيف مرة واحدة - ويضاف الى ذلك أن رفع نسبة الرطوبة في هواء التجفيف الى حد معين يكون مفيدا في جعل تبخر الرطوبة من الطبقة السطحية للمادة الغذائية بسرعة مناسبة تتمشى مع سرعة انتقال الرطوبة من داخل المادة الغذائية الى سطحها فلا تحدث حالة الجفاف السطحي *casehardening* . فالرطوبة النسبية التي توافق تجفيف الكُمثرى والخبز هي ٣٠ - ٣٥ ٪ والشائعات في المصانع هو اعادة دوران جزء من الهواء الرطب المنطلق من المجفف مع جزء من الهواء الطازج لتوفير حوالي ٥٠ ٪ من نفقات التسخين . وتؤثر سرعة مرور الهواء في سرعة التجفيف ، فعندما تبلغ سرعة الهواء ٢٣٠ قدما في الدقيقة تنضاعف كمية الرطوبة التي يحملها الهواء مقارنة بالهواء الساكن . وتصبح السكبة ثلاثة أمثال بإزدياد السرعة الى ٤٦٠ قدما في الدقيقة . والسرعة المستخدمة في مصانع التجفيف هي عادة ٣٠٠ - ١٠٠٠ قدم في الدقيقة ، فإذا زادت سرعة الهواء عن ذلك لا تتحقق مزايا اقتصادية . وقد يكون مرور الهواء في المجفف طبيعيسا *natural draft* *dehydrater* ، بتأثير خفة وزن الهواء الساخن ليرتفع الى أعلى ويحيط بالمادة الغذائية المراد تجفيفها ، وقد يكون الهواء مدفوعا *forced air* *dehydrater* بواسطة مروحة ، سواء في اتجاه مواز *parallel-current drying* أو في اتجاه عكسي *countercurrent drying* أو بأحد النظم السابق شرحها في الجزء الثالث . ويمتاز النظام الموازي بإمكان رفع درجة الحرارة عند مدخل المجفف حيث تتحمل المادة الطسازجة الغزيرة الرطوبة هذا الارتفاع في درجة الحرارة دون حدوث احتراق ، كما أن خروج المادة المجففة من الطرف الذي يخرج منه الهواء بعد أن تنخفض درجة حرارته يجعل درجة النتائج منخفضة وبذلك يكون الفقد في الحرارة أقل منه في النظام العكسي . الا أن النظام الموازي من عيوبه احتمال حدوث الجفاف السطحي عندما ترتفع درجة حرارة الهواء في مدخل المجفف كثيرا . كما أن نسبة كبيرة نسبيا من عصير المادة الغذائية تفقد في بداية مرحلة التجفيف . وفي النظام العكسي يلزم خفض درجة الحرارة نوعا لتعاشي تكمّل السكرينات ، وهذا يؤدي الى بطء عملية التجفيف . وعموما يجب

عدم تجاوز درجة الحرارة المرحلة لتحاشي التسكرمل وتغير اللون والنكهة وتسرب العصير . وهذه الدرجة المرحلة تختلف باختلاف المادة الغذائية كما هو واضح مما يلي :

المادة الغذائية	درجة الحرارة المرحلة °ف	المادة الغذائية	درجة الحرارة المرحلة °ف
تفاح	١٦٥	قنبيط	١٤٠
مشمش	١٦٠	كرفس	١٤٠
موز	١٦٥	كريز	١٧٠
بنجر	١٧٠	ذرة	١٥٠
كرنب	١٤٥	تين	١٦٠
جزر	١٧٠	عنب	١٦٠
خوخ	١٥٠	رويارب	١٧٥
كشمري	١٥٠	سبانخ	١٧٥
بسلة	١٤٥	شليك	١٦٠
فلفل	١٤٥	طباطم	١٥٠
بطاطا	١٧٥	لفت	١٧٠
بطاطس	١٥٠	ياميا	١٤٠

ويقدر الفقد في الحرارة أثناء التجفيف بحوالى ربع كمية الحرارة التى تولدت في الفرن ، بسبب عدم احكام قفل الابواب والفتحات وكذلك بتاثير الفقد بالاشعاع ، وقد يزداد الفقد الى ٥٠ ٪ .

ويراعى في تجفيف الخضروات فيما عدا الطباطم والبصل والفلفل ان تسلق أولا لقتل انزيماتهما فيمتنع حدوث تغييرات انزيمية أثناء فترة التجفيف ولا يضر اللون والنكهة ، وتقصر مدة التجفيف .

ولما كانت الاطعمة المجففة عرضة للاصابة بالحشرات كن من المفيد
تدخينها بغاز ثاني اكسيد الكبريت أو اكسيد الانيلين أو الكلورو بكرين
chloropierin أو بروميد الميثايل أو مخلوط من ثاني كلوريد
الاثيلين ورابع كلوريد الكربون. وفي بعض الحالات تدخن المادة الغذائية
قبل وبعد التجفيف .

والمجففات المستخدمة في تجفيف الأطعمة متعددة الأنواع ، بعضها
يعمل بتيار الهواء الطبيعي مثل cabinet drier, tower or stack drier
kilo drier ceramic oven drier و Oregon Tunnel drier
وبعضها يزيل الرطوبة بالحرارة ويعاد تكييف الرطوبة المتبخرة بواسطة
vacuum dehydrator مكثفات ، وبعضها يعمل تحت ضغط منخفض
وبعضها يدفع فيه الهواء بمراوح كما في مجففات النفق tunnel
dehydrators ومجففات السيور belt tunnel dehydrators
ومجففات المقصورات cabinet dehydrators ، وبعضها يعمل
بطريقة الرذاذ spray driers **المراجع**

Atherton, H.V. and Neulander, J.A. (1977):

Chemistry and testing of dairy products. The AVI Pub. Co.

Cheke, V. and Sheppard A. (1980):

Butter and cheese making-ALphabet and Image Lt-d.,
England.

Cleveland- Peck, Patricia (1983):

Making cheese, Butters, Cream and yogurt at Home.
Thorsons pub. Ltd., Wellingborough, Northampton-
shire.

Davis, J.G. (1961):

A dictionary of Dairying. Leonard Hill Ltd., London

Diggins, Ronald V., Bundy, Clarence E. and Christensen, Virgil

W. (1984): Dairy Production- rentice Hall, Inc., New Jersey.

Heid, J.L. and Joslyn, Maynard A. (1963):

Food processing Operations the AVI Pub. Co. Inc.

Jacobs, M.B. (1960):

The chemistry and Technology of food and food
products. Interscience Pub.

فهرس

الموضوع	الصفحة
مقدمة	٣
محتويات الكتاب	٥

الفصل الأول

الماء والصحة	٧
تكرير المياه	٨
الترويق	٩
التعقيم	١١
ازالة عسر الماء	١٢
طريقة الزيوليت	١٣
طريقة أعمدة تبادل الكاتيونات الايدروجينية	١٤
طريقة أعمدة تبادل الكاتيونات والانيونات معا	١٥
طريقة الجير الباردة أو الجير الصودي	١٥
طريقة الجير الصودي الساخنة	١٦
ازالة الشوائب بخلاف المسببة للصر	١٦
الحديد	١٦
المنجنيز	١٨
كبريتور الايدروجين	١٩
الطعم والرائحة	١٩
السليكا	١٩
الزيت	٢١

الموضوع	الصفحة
مياه التبريد	٢١
مواصفات المياه المستخدمة في التصنيع الغذائي	٢٢
التفاعلات في تنقية المياه	٢٦
تفاعلات التجسيم	٢٦
تفاعلات تبادل الصوديوم	٢٦
تفاعلات تبادل الصوديوم والاعادة	٢٧
تفاعلات عامود الايدروجين مع البيكربونات	٢٧
تفاعلات عامود تبادل الايدروجين مع الكبريتات	٢٧
والكلوريدات	٢٧
تفاعلات اعادة تبادل الايدروجين والاعادة	٢٧
تفاعلات امتصاص الحامض	٢٨
تفاعلات امتصاص الحامض والاعادة	٢٨
تفاعلات ازالة السليكا بالتبادل	٢٨
تفاعلات الجير والصودا	٢٩

الفصل الثاني

اللبن ومنتجاته	٣١
الخواص الطبيعية لللبن	٣٢
المظهر والرائحة والطعم	٣٣
ضغط الحشرة	٣٣
حجم حبيبات الدهن	٣٣
تكوين القشدة	٣٤
الاتصاق وازدياد الحجم	٣٤
الوزن النوعي	٣٤
الخواص الطبيعية الكيميائية لللبن	٣٥
الحموضة الفعلية	٣٥

الموضوع	الصفحة
الحموضة الكلية	٣٥
التجمع	٣٥
تركيب اللبن	٣٥
درجات اللبن	٤١
اللبن المبستر	٤٢
اللبن النظيف	٤٢
اللبن المدعم بفيتامين د	٤٣
اللبن المدعم بالفيتامينات	٤٣
اللبن المجنس	٤٣
اللبن التركيب	٤٥
اللبن المجمد	٤٦
القشدة	٤٦
اللبن المبخر	٥١
اللبن المركز	٥٢
اللبن المكثف	٥٢
الجيلاتى	٥٢
الجبن	٥٢
الجبن الجفاف	٥٥
الجبن اللين غير المسوى	٥٦
جبن الشيدر	٥٩
جبن الكولبي	٦٠
جبن الجريير	٦١
جبن الادم	٦٢
جبن الجودا	٦٢
جبن البريك	٦٣
جبن موتستر	٦٣

الصلصة

الموضوع

٦٣	جبن البروفولون
٦٤	جبن رومانو
٦٥	جبن أسساجو
٦٥	جبن بارميزان
٦٦	جبن سايساجو
٦٦	جبن الكامبرت
٦٦	جبن الليمبرجر
٦٧	جبن بالقشيدة
٦٨	جبن نقشاتل
٦٨	جبن الكوتاج
٦٨	الجبن المطبوخ
٦٩	جبن الشرش
٦٩	جبن الفطر الأزرق
٦٩	الجبن الأزرق
٧٠	جبن الجورجونزولا
٧٠	الجبن المعامل بالحرارة
٧٣	اللبن الفسرز
٧٣	اللبن الحض
٧٤	اللبن المتخمّر
٧٥	الشرش
٧٥	منتجات الألبان المجففة
٧٦	مسحوق لبن المولت
٧٦	اللبن المضاف اليه زيت أو دهن مخالف
٧٦	اللبن المزيف (التقليد)
٧٧	مشروب اللبن
٧٧	قواعد انتاج اللبن الصحي
٧٨	ميكروبات اللبن

الموضوع	الصفحة
بسترة اللبن	٨٠
تمبئة اللبن	٨٣
ترشيح وترويق اللبن	٨٤
كيفية تجنيس وتدعيم اللبن	٨٥
الرقابة في مصنع الألبان	٨٦
طرق فصل القشدة	٨٨
طرق انتاج الزبد	٨٩
المثلجات	٩٠
طريقة صناعة جبن الشيدر	٩١
طريقة صناعة الجبن المطبوع	٩٣
طريقة صناعة اللبن المكثف	٩٤
الجبن المميأطى	٩٥
اختبارات اللبن ومنتجاته	٩٧
أخذ عينات اللبن	٩٧
الفحص الظاهري للبن	٩٩
الوزن النوعي	١٠٠
الموضوعة الكلية	١٠١
التجبن بالغفل والترصيب	١٠٢
الدهن	١٠٢
المواد اللبنية	١٠٣
المواد الحافظة والمضادات الحيوية بصفة عامة	١٠٥
الفورمالدهيد	١٠٥
فوق أكسيد الايدروجين	١٠٦
البوراكس	١٠٦
القلويات	١٠٦
الأناتو	١٠٧

الموضوع	الصفحة
العدد البكتيري	١٠٧
صفات الحفظ	١٠٧
الموسماتيز	١٠٨
المكارة	١٠٨

الفصل الثالث

الانزيمات في التصنيع الغذائي	١٠٩
أهمية الانفرتيز	١١٠
أهمية الأميليز	١١٣
أهمية الرنين	١١٥
أهمية البابين	١١٧
أهمية البروميلين	١١٨
أهمية البروتيازات البكتيرية	١١٨
أهمية البروتيازات الفطرية	١١٨
أهمية الببسين	١١٩
أهمية البانكرياتين	١١٩
أهمية التربسين	١٢٠
أهمية البكتيز والبكتينيز	١٢١
أهمية الليبيزات	١٢٣
أهمية التانيز	١٢٣
وحدات قياس الانزيمات	١٢٣

الفصل الرابع

عمليات التصنيع الفلاني

١٢٩	عمليات التداول
.. .. .	الناقلات البريمية
.. .. .	ناقلات السيور
.. .. .	ناقلات السلاسل
.. .. .	الناقلات شبه الرامية
.. .. .	ناقلات السحب
.. .. .	ناقلات القواديس الراسية
.. .. .	الناقل الأنبوبى المطاط
.. .. .	ناقلات الكنسل
.. .. .	المغذيات المتذبذبة
.. .. .	نظام الهواء المضغوط
.. .. .	الأواني المتنقلة
.. .. .	السلاسل المنزقة
.. .. .	رافعات الشحن
.. .. .	ناقلات الشفط
.. .. .	ناقلات السلندرات
.. .. .	نظام التروليل
.. .. .	العربات اليدوية
.. .. .	عربات الصناعة

الصفحة

الموضوع

٢٢٢	عربات الرفع
٢٢٣	الانسياب بفعل الجاذبية الأرضية
٢٢٤	السيفون
٢٢٥	ناقلات الهواء المضغوط
٢٢٦	المضخات
٢٢٧	الأواني المتنقلة وعربات النقل
٢٢٨	المدخنة
٢٢٩	المراوح
٢٣٠	دافعات الهواء
٢٣١	ضاغط الغاز
٢٣٢	مضخات التفريغ
١٣٩	عمليات الوزن والقياس
١٤٠	الموازين الأوتوماتيكية
١٤١	أجهزة تمبئة المساحيق
١٤٢	مقاييس الوزن
١٤٣	الموازين المستمرة
١٤٤	المضخات
١٤٥	المغذى ذو الأنبوبة
١٤٦	مغذى الأنبوبة القابلة للضغط
١٤٧	عمليات التخزين
١٤٨	عمليات التدريج والنخل
١٤٩	عمليات التقشير
١٥٠	عملية الهرس
١٥١	عملية التقطيع
١٥٢	عمليات الفصل
١٥٣	عمليات الترسيب

الموضوع	الصفحة
عمليات الترشيع	١٦٨
عمليات الفصل الكهربائي من الخبثات	١٧٣
عملية تبادل القواعد	١٧٤
عمليات التركيز	١٧٥
عمليات البلورة	١٨٠
عملية الانتشار	١٨٢
عمليات الاستخلاص	١٨٢
عملية إزالة الفلزات	١٨٣
عمليات الخلط	١٨٤
عملية التفطية	١٨٦
المعاملات الحرارية	١٨٧
عملية السلق	١٩٢
عملية التفطية غير المحكمة	١٩٢
عملية طرد الهواء	١٩٣
عملية القفل المزدوج	١٩٤
عملية التعقيم	١٩٥
عملية التبريد التدريجي	١٩٨
عملية البسترة	١٩٩
عملية التحميص	٢٠٠
عمليات التبريد والتجميد	٢٠١
عملية التجفيف	٢٠٢

رقم الايداع ٤٧٥٩ / ٨٨



۷۰۰ قرش